

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

**SIMLETEC**

**Um Ambiente Educacional de Simulação de uma Instalação  
Elétrica Residencial utilizando Multimídia Interativa.**



0.293.676-9

UFSC-BU

Humberto Francisco Beirão Junior

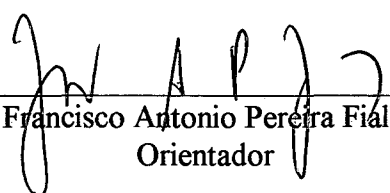
Florianópolis  
1998

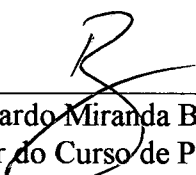
Orientação : Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.

**SIMLETEC**  
**Um Ambiente Educacional de Simulação de uma Instalação**  
**Elétrica Residencial utilizando Multimídia Interativa.**

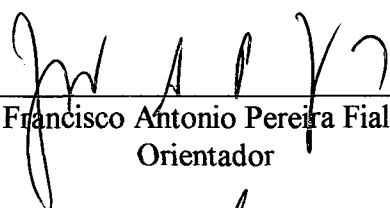
Humberto Francisco Beirão Junior


“Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em julho de 1998.”

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Alvaro Guillermo Rojas Lezana, Dr.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, pela confiança, pela amizade, e principalmente pela orientação construtivista, que fez com que eu superasse barreiras e construísse uma nova visão de educação.

À minha esposa Sabrina, pelo incentivo incessante, que de uma forma ou de outra me levou a seguir em frente, e a buscar forças para concluir o trabalho aqui apresentado.

Aos meus pais, Humberto Francisco Beirão e Mirna Vieira Beirão, por terem me proporcionado todas as condições para uma formação humana e científica, educando e incentivando durante todas as etapas desta caminhada.

À todos os familiares, pelo amor, pelas orações e principalmente pelo interesse demonstrado, num processo de incentivo renovado que levou-me a incrementar a cada dia a vontade de concluir o que foi iniciado.

À Universidade Federal de Santa Catarina pelo suporte educacional e pela disponibilização da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de todo o trabalho.

À Escola Técnica Federal de Santa Catarina pela viabilização desta conquista acadêmica.

Aos Professores que participaram da banca examinadora.

E à todos aqueles que embora não tenham sido citados, também contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho.

## **RESUMO**

Com a evolução dos equipamentos e acessórios de informática, e a necessidade de uma formação cada vez mais global do estudante, sem que ocorram perdas no nível de conhecimento, o ensino auxiliado pelo computador deixou de ser uma utopia para transformar-se numa alternativa altamente viável e necessária em nossa sociedade atual.

O presente trabalho envolve a aplicação da tecnologia computacional à educação, de forma que seja possível representar através de um ambiente multimídia toda uma realidade prática desenvolvida somente em laboratórios e ambientes experimentais. Através do SIMLETEC – Simulador Educacional para Eletrotécnica – versão protótipo – é possível representar um modelo de ambiente educacional voltado para o auxílio ao ensino de disciplinas técnicas como instalações elétricas e projetos elétricos.

Foi desenvolvido um modelo de ambiente educacional, através do uso da multimídia interativa, a partir de uma residência unifamiliar de um pavimento. Com o desenvolvimento e utilização de um software desta natureza, busca-se incentivar o estudante, levando-o ao desenvolvimento de suas potencialidades através da construção do seu próprio conhecimento, pela exploração da ferramenta aqui apresentada.

## **ABSTRACT**

With the evolution of computer equipment and accessories, and the student's need for a more thorough professional preparation, without which there is considerable loss on the level of knowledge, computer-assisted teaching has ceased to be a utopia and has turned out to be a highly viable and necessary alternative in our society today.

The present study involves the application of computational technology to education, in a form that makes it possible to represent, through a multimedia environment, a practical reality developed in laboratories and experimental environments. By means of SIMLETEC - "Simulador Educacional para Eletrotécnica" (Educational Simulator for Electrotechnics) – prototype version – it is possible to represent a model of an educational environment directed towards assistance in the teaching of technical subjects, such as electrical installations and electrical projects.

A model was developed for an educational environment involving a one-storey, one-family residence, by means of an interactive multimedia. Our aim, in elaborating and utilizing this kind of software, was to motivate the student, by leading him to the development of his/her potentialities by building up his/her own knowledge, through the use of the tool presented here.

## **PALAVRAS-CHAVE**

software educacional

realidade virtual

multimídia

## **KEYWORDS**

educational software

virtual reality

multimedia

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	3
RESUMO .....	4
ABSTRACT .....	5
PALAVRAS-CHAVE .....	6
KEYWORDS .....	7
SUMÁRIO .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE ABREVIACÕES .....	12
CAPÍTULO 01 – INTRODUÇÃO .....	14
1.1. MOTIVAÇÃO .....	14
1.2. HISTÓRICO DA ERGONOMIA .....	14
1.3. A ERGONOMIA PRESENTE NAS NOVAS TECNOLOGIAS .....	15
1.4. DA ERGONOMIA DE HARDWARE À ERGONOMIA DE SOFTWARE .....	16
1.5. OBJETIVOS .....	18
1.5.1. OBJETIVO GERAL .....	18
1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	18
1.6. LIMITAÇÕES .....	18
1.7. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	19
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: INFORMÁTICA E ENSINO .....	21
2.1. INTRODUÇÃO .....	21
2.2. AS CORRENTES TEÓRICAS .....	22
2.3. O COMPUTADOR NO ENSINO .....	23
2.4. O SOFTWARE EDUCACIONAL .....	24
2.4.1. A METODOLOGIA LOGO DE ENSINO-APRENDIZAGEM .....	25
2.4.2. AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE SIMULAÇÃO .....	26
CAPÍTULO 3 - REALIDADE VIRTUAL .....	27
3.1. DEFINIÇÃO .....	27
3.2. AS FERRAMENTAS DE INTERFACE HOMEM-MÁQUINA .....	30
3.3. NOVAS TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO .....	32
3.3.1. INTRODUÇÃO .....	32
3.3.2. O AMBIENTE DOS MUD'S .....	33
3.4. REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA .....	35
3.4.1. INTRODUÇÃO .....	35
3.4.2. O ESTADO DA ARTE DA REALIDADE VIRTUAL .....	35
3.4.3. REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA .....	39
3.4.4. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA .....	41
3.5. EVOLUÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO A RV .....	44
3.5.1. INTRODUÇÃO .....	44



3.5.2. TECNOLOGIA INFORMACIONAL .....	45
CAPÍTULO 4 - A MULTIMÍDIA E AS FERRAMENTAS DE AUTORIA .....	48
4.1. INTRODUÇÃO .....	48
4.1.1. MULTIMÍDIA E MULTIMÍDIA INTERATIVA .....	48
4.1.2. HIPERTEXTO E HIPERMÍDIA .....	49
4.2. A INTERAÇÃO COM O USUÁRIO NO CONTEXTO DA HIPERMÍDIA .....	51
4.3. FENÔMENOS COGNITIVOS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE “BROWSING” .....	52
4.3.1. INTRODUÇÃO .....	52
4.3.2. RECUPERAÇÃO DA MEMÓRIA .....	53
4.3.3. OS ESTÍMULOS NA MEMÓRIA DE TRABALHO .....	53
4.3.4. A EFICIÊNCIA DA DICA DE RECUPERAÇÃO .....	54
4.3.5. O “BROWSING” ATRAVÉS DE ESTRUTURAS SIMBÓLICAS .....	54
4.4. MICROMUNDOS .....	57
4.5. SUPERLINK .....	58
4.6. DIRECTOR (MACROMEDIA) .....	58
4.7. MULTIMÍDIA TOOLBOOK .....	59
4.7.1. HISTÓRICO .....	59
4.7.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	60
4.7.3. NOVAS CARACTERÍSTICAS DO TOOLBOOK II - VERSÃO 5.0 .....	60
CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MULTIMÍDIA - SIMLETEC .....	62
5.1. OBJETIVOS DO SISTEMA .....	62
5.2. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA .....	63
5.2.1. O DESENVOLVIMENTO DO SIMLETEC .....	63
5.2.2. TÉCNICAS GRÁFICAS .....	64
5.2.3. STORYBOARDS .....	66
5.3. CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE MULTIMÍDIA SIMLETEC .....	67
5.4. TELAS COMPONENTES DO SIMLETEC .....	68
5.4.1. TELAS DE APRESENTAÇÃO DO SISTEMA .....	68
5.4.2. TELAS PARA A ENTRADA DOS DADOS DO SISTEMA .....	70
5.4.3. TELA REPRESENTANDO A PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA .....	72
5.4.4. TELAS COMPOSTAS PELOS QUADROS DE CARGAS DA RESIDÊNCIA .....	73
5.4.5. TELA DA ENTRADA PRINCIPAL DO SISTEMA .....	75
5.4.6. TELAS REPRESENTANDO AS DIVERSAS ÁREAS DE UMA RESIDÊNCIA .....	76
5.4.7. TELAS REPRESENTANDO O LIVRO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	81
5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	83
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES .....	84
6.1. CONCLUSÕES GERAIS .....	84
6.2. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
ANEXO 01 .....	93

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Gerações da Educação à Distância .....	43
Figura 2 – Organização de um texto tradicional dividido em seis páginas.....	49
Figura 3 – Visualização da estrutura de um pequeno hipertexto, contendo seis nós e dez “links”.....	50
Figura 4 – Modelo de um “storyboard”.....	67
Figura 5 - Tela de Apresentação 1.....	68
Figura 6 - Tela de Apresentação 2.....	69
Figura 7 - Tela de Apresentação 3.....	69
Figura 8 - Tela de Dados 1 .....	70
Figura 9 - Tela de Dados 2 .....	71
Figura 10 - Tela da Planta Baixa da Residência.....	72
Figura 11 – Primeira Tela do Quadro de Cargas.....	74
Figura 12 – Segunda Tela do Quadro de Cargas.....	74
Figura 13 – Terceira Tela do Quadro de Cargas.....	75
Figura 14 – Barra de Opções .....	76
Figura 15 - Tela de Entrada Principal.....	76
Figura 16 – Entrada Principal da Residência .....	76
Figura 17 - Tela que representa a Sala da Residência .....	77
Figura 18 - Tela que representa a Cozinha da Residência.....	78
Figura 19 - Tela que representa a Circulação da Residência.....	79
Figura 20 - Tela que representa o Banheiro da Residência .....	80
Figura 21 - Tela que representa o Quarto da Residência .....	80
Figura 22 - Tela que representa o Quintal da Residência.....	81
Figura 23 - Tela que representa as primeiras páginas do Livro de Instalações Elétricas .....	81
Figura 24 – Representação dos capítulos, mostrando os “links” para os outros capítulos.....	82

## ***LISTA DE TABELAS***

Tabela 1 - Ergonomia dos ambientes informatizados (Bullinger & Gunzenhäuser, 1988).....	16
Tabela 2 - As funções da Ergonomia de Software (Bullinger & Gunzenhäuser, 1988).....	17
Tabela 3 – O Mercado de Trabalho e a Informática (Dimenstein, 1998, p. 16). ....	23

## ***LISTA DE ABREVIACÕES***

AVI	Audio Video Interleaved: formato genérico de vídeo digital no Windows
BMP	Bitmap: padrão de arquivos de imagens
CAD	Computer Aided Design: projeto auxiliado por computador
CAI	Computer Assisted Instruction: modelo de instrução assistida por computador
CBT	Computer Based Training: modelo de treinamento baseado no computador
CD	Compact Disc: disco compacto
CSCL	Computer Supported Collaborative Learning: modelo de aprendizagem colaborativa utilizando o computador
CSCW	Computer Supported Collaborative Work: modelo de trabalho colaborativo suportado por computador
DIVE	Distributed Interactive Virtual Environment: ambiente virtual interativo distribuído
DLL	Dynamic Link Library: biblioteca de ligações dinâmicas
FTP	File Transfer Protocol: protocolo de transferência de arquivos
GIF	Graphics Interchange Format: padrão de arquivos de imagens
HCI	Human-Computer Interaction: interação homem-computador
HMD	Head Mounted Display: monitor acoplado a cabeça
HTML	HyperText Markup Language: linguagem utilizada na construção de páginas para a Internet
ICAI	Intelligent Computer Aided Instruction: modelo de instrução inteligente auxiliada por computador
IEL	Instalações Elétricas
ITS	Intelligent Tutoring and Coaching System: modelo de sistemas tutoriais inteligentes
JPG	JPEG, Joint Photographic Experts Group: nome do grupo que desenvolveu este formato de arquivos de imagens comprimidos
LCD	Liquid Cristal Display: tela de cristal líquido
MIT	Massachusetts Institute of Technology

MUD	Multiple User Dungeons: ambiente de jogo onde múltiplos usuários de várias partes do mundo podem estar locados e interagindo
NASA	National Aeronautics and Space Administration: administração nacional de aeronáutica e espaço
PC	Personal Computer: computador pessoal
PCX	padrão de arquivos de imagens para utilização em computadores pessoais
RPG	Role Playing Games
URL	Uniform Resource Locator: endereço virtual na Internet
VR	Virtual Reality: realidade virtual
VRML	Virtual Reality Modeling Language: linguagem para modelagem de realidade virtual
WAV	Wave: padrão de arquivos de som digitalizados
WEB	World Wide Web: parte visual da Internet onde estão as páginas eletrônicas

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1. MOTIVAÇÃO**

Sabe-se das dificuldades para o ensino prático de certos assuntos, dentre eles encontram-se alguns relacionados com a área de eletrotécnica, na qual estamos diretamente envolvidos, sob a condição de professor. Estes assuntos que envolvem exercícios práticos, são desenvolvidos e trabalhados dentro de disciplinas técnicas como instalações elétricas, projetos elétricos e medidas elétricas. São muitos os problemas encontrados pelos professores, alunos e coordenadores, diante da necessidade de se colocar em prática tudo o que foi abordado e discutido dentro da sala de aula, principalmente no caso das escolas públicas. A falta de recursos para aquisição de materiais, o perigo do contato direto com a eletricidade, a falta de tempo para montagem e desmontagem das instalações e experiências, e a falta de espaço físico para as montagens e demonstrações práticas, acabam por restringir e até mesmo ignorar aspectos fundamentais neste tipo de aprendizado. O aluno deixa de visualizar os temas estudados, da mesma forma que idéias e sugestões que poderiam enriquecer o aprendizado são simplesmente ignoradas e ele, o aluno, acaba não podendo absorver o essencial. O professor também perde, pois vê a chance de poder criar um ambiente propício e de incentivo ao aprendizado, fugir do seu alcance, e muitas dúvidas e sugestões que certamente viriam a enriquecer as aulas, acabam por se perder na esperança de que novos investimentos no ambiente educacional possam alterar positivamente este quadro.

### **1.2. HISTÓRICO DA ERGONOMIA**

Analisando as primeiras utilizações ergonômicas feitas pelo homem, iremos nos deparar com a pré-história, onde o homem já escolhia dentre as várias opções, a pedra que seria usada como arma, selecionando a que melhor se adaptava a forma e movimentos de suas mãos.

Apesar do termo ergonomia ter sido utilizado pelo polonês Wojciech Yastembowsky em 1857, na publicação de um artigo intitulado “Ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho,

baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”, registrou-se a data de 12 de julho de 1949 como nascimento oficial da ergonomia, pois foi neste dia que pela primeira vez reuniram-se, na Inglaterra, um grupo de cientistas e pesquisadores com um objetivo comum: discutir e formalizar a implantação deste novo ramo da ciência.

O termo ergonomia acabou sendo adotado nos principais países da Europa, onde ocorreu a fundação da Associação Internacional de Ergonomia, responsável pelo primeiro congresso realizado em Estocolmo, em 1961.

Com a difusão atual da ergonomia, praticamente em todo o mundo, o que se vê são inúmeros eventos, de âmbito nacional e internacional, visando a apresentação e discussão dos resultados de pesquisas que as diversas instituições de ensino e pesquisa vêm realizando anualmente.

### **1.3. A ERGONOMIA PRESENTE NAS NOVAS TECNOLOGIAS**

É inquestionável e incomparável o desenvolvimento dos computadores enquanto tecnologia. Quando comparado ao computador, o homem mostra suas limitações relacionadas com os diversos tipos de tarefas que podem ser realizadas por ambos. Sua capacidade de realização de tarefas, complexas ou não, encontra barreiras ligadas ao tempo transcorrido, quantidade de informação, armazenamento de dados, e repetição de movimentos, itens facilmente manipulados por um computador. Porém, o homem ainda leva vantagem quando consideramos a sua capacidade de julgamento, em situações de indefinição, podendo decidir baseado em experiências anteriores ou através da sua intuição. No caso dos computadores de forma geral, esta característica está ausente, sendo que eles só podem trabalhar com sistemas bem definidos.

Na interação homem-máquina, HCI, o homem e a máquina trabalham em conjunto, cada um utilizando as suas habilidades e complementando as do outro.

Com o desenvolvimento e informatização dos postos de trabalho, a ergonomia precisou atualizar-se, visando o estudo do desempenho do homem no projeto e operação de sistemas complexos, na área das tecnologias avançadas. Desta forma, a ergonomia passou a atuar em três novas áreas de especialização: a ergonomia de sistemas, onde há uma contribuição na integração das características do operador com os requisitos técnicos do sistema utilizado; a ergonomia de

software, atuando no projeto dos programas que irão determinar a estrutura de trabalho das máquinas, de maneira que estes atendam aos requisitos humanos do operador; e a ergonomia matemática, surgida a partir da necessidade da elaboração de modelos matemáticos também para o comportamento humano, que não segue uma forma determinística, apresentando também uma certa aleatoriedade (Iida, 1990).

#### **1.4. DA ERGONOMIA DE HARDWARE À ERGONOMIA DE SOFTWARE**

Segundo Bullinger & Gunzenhäusen (1988), a ciência do estudo do trabalho, especialmente a ergonomia, se aplica ao projeto de recursos, equipamentos, ambiente e a organização do trabalho. A tabela 1 mostra as áreas que têm envolvido a ergonomia.

Recursos e Equipamentos	Posto de Trabalho	Ambiente	Organização
Monitor; Teclado; Periféricos; Documentos.	Mesa; Acento; Apoio de pés; Porta documentos; Disposição dos recursos.	Iluminação; Temperatura; Ruído; Layout geral.	Conteúdo do trabalho; Fluxo de trabalho; Estrutura; Turnos; Ergonomia de software.

**Tabela 1 - Ergonomia dos ambientes informatizados (Bullinger & Gunzenhäuser, 1988).**

É interessante notar que apesar dessa representação reduzida e simplificada demonstrada na tabela 1, esses dois autores enquadram a Ergonomia de Software no aspecto: Organização.

Bullinger & Gunzenhäusen (1988), também se referem à Ergonomia de Posto de Trabalho, como sendo uma prática já bem estabelecida, com vários resultados que implicam na



atualização de normas técnicas e leis. Todavia, isso não se aplica à Ergonomia de Ambientes Informatizados, que carece ainda de uma série de cuidados ergonômicos, e sobretudo da introdução da prática ergonômica nas fases iniciais do projeto de equipamentos, periféricos, mobiliário e fatores ambientais do ambiente construído.

Os usuários de computadores têm freqüentemente se deparado com equipamentos cada vez mais sofisticados. É necessário envolver a ergonomia na concepção desses equipamentos ao invés de tentar corrigir problemas quando eles já estão em pleno uso.

Em 1988, Bullinger & Gunzenhäusen afirmaram que: de natureza diferente da Ergonomia de Posto de Trabalho, a Ergonomia de Software tem se esforçado para melhorar as relações entre os programas de computador e o usuário. Dentro dessa visão, microergonômica, incluem-se a Manufatura Integrada por Computador, Sistemas de Processamento de Dados, Computer-Aided Design (CAD), produção de documentos, processadores de textos, aplicativos de um modo geral. Todos esses exemplos têm em comum a necessidade de diálogo entre o usuário e o sistema computacional.

A Ergonomia de Software possui três fases principais, semelhantes às outras práticas ergonômicas de concepção tradicional, como mostra a tabela 2.

Análise de	Projeto de	Avaliação de
Usuário (identificação e caracterização); Tarefa (identificação e caracterização); Tecnologia disponível.	Interface com o usuário; Apresentação da informação e formas de interação (gráfica, narrativa e textual); Diálogo Homem-Máquina	Carga de trabalho; Desempenho na navegação, erros de interpretação, eficiência dos recursos de interação; Nível de aceitação pelos usuários finais.

Tabela 2 - As funções da Ergonomia de Software (Bullinger & Gunzenhäusen, 1988).

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral desta dissertação, é propor um modelo de arquitetura para um ambiente de simulação multimídia a ser utilizado na educação tecnológica, onde o aluno poderá interagir com o sistema, fornecendo dados básicos para o seu funcionamento ao mesmo tempo que recebe respostas do sistema, de forma que possa analisar a estrutura da instalação e fazer testes e alterações para melhorar a situação apresentada.

### **1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Como objetivo específico temos a criação de um protótipo de ambiente de simulação na área de eletrotécnica, representado por uma residência unifamiliar com um único pavimento, composta de cinco dependências além da sua área externa. Serão obedecidas normas técnicas e aspectos ergonômicos durante o projeto e o desenvolvimento do sistema, de forma a gerar um ambiente amigável, para uso tanto por parte de estudantes como dos usuários comuns interessados em aprofundar seus conhecimentos técnicos na área de eletrotécnica.

## **1.6. LIMITAÇÕES**

Este trabalho apresenta algumas limitações, que podem ser exploradas em pesquisas posteriores que venham a dar continuidade à idéia fundamental. Uma delas seria a possibilidade de diferenciação no nível de conhecimento exigido do usuário, por parte do SIMLETEC, a partir da verificação da escolaridade do usuário, através da opção selecionada por ele no cadastro do programa. Isto faria com que pudesse haver uma variação no grau de dificuldade, proporcionando um aprendizado mais condizente com o conhecimento do usuário. Porém, isto poderia causar uma acomodação e limitação na capacidade de exploração do estudante que utilizasse o software, a partir do momento que ele alcançasse o nível de conhecimento proporcional à sua escolaridade.

Outro ponto que limita o software aqui desenvolvido, o SIMLETEC, é o fato de não se ter acesso a todas as paredes da instalação residencial, que apenas podem ser visualizadas através da vista superior, na tela da planta baixa residencial. Este evento poderia ser criado para obter uma visão mais precisa de todo o circuito elétrico da instalação residencial, podendo-se visualizar e testar todos os equipamentos presentes na instalação. Porém, um fator limitante para que esta opção pudesse ser incluída neste sistema, foi o fato de estar-se trabalhando com uma ferramenta de autoria num ambiente em 2D, quando o ideal para uma maior exploração gráfica das telas existentes, seria desenvolver-se o trabalho num ambiente em 3D, o que facilitaria a visualização e ampliaria as possibilidades de navegação dentro do ambiente virtual apresentado ao usuário, permitindo uma imersão virtual neste ambiente.

Pode-se citar ainda como fator limitante do SIMLETEC, o fato de que as ligações dos condutores dos circuitos elétricos não foram representadas, deixando implícito na visualização dos eletrodutos que estes encontram-se presentes, a partir da sua definição na tela de especificação dos condutores dos circuitos terminais da instalação elétrica residencial. Porém, a informação correta dos valores das seções transversais destes condutores é de fundamental importância para o funcionamento dos equipamentos eletro-eletrônicos presentes na instalação.

No que diz respeito aos equipamentos eletro-eletrônicos, como os medidores elétricos, poderia ser programada a visualização de um medidor de corrente elétrica, como um amperímetro alicate ou o próprio multímetro, já presente neste software. Este multímetro, além do valor da tensão elétrica, também poderia medir o valor de corrente elétrica circulante em cada circuito da instalação, tarefa esta que poderia incrementar ainda mais as possibilidades didáticas do SIMLETEC. Esta opção não foi adicionada ao programa por estar condicionada à apresentação dos condutores, pois no caso da medição de corrente elétrica necessitaríamos da disponibilidade de acesso a estes condutores para uma correta medição.

## **1.7. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

A fim de atingir os objetivos mencionados anteriormente, este trabalho encontra-se dividido nos seguintes capítulos: um primeiro capítulo que é o mesmo que está sendo lido, onde é apresentada a motivação para este estudo, em seguida um breve histórico da ergonomia, uma

análise da presença da ergonomia nas novas tecnologias, aspectos da ergonomia de software, e finalmente, no encerramento do capítulo temos os objetivos e limitações desta dissertação e a sua organização, com um resumo dos capítulos existentes.

No segundo capítulo, encontra-se descrita toda a fundamentação teórica, na qual foi baseada o trabalho, iniciando com uma introdução a respeito da situação da informática no Brasil, seguindo com uma breve colocação sobre as correntes teóricas do ensino, a saber, a associacionista e a construtivista. A seguir, ainda neste segundo capítulo nós temos um item que trata do computador como meio utilizado para o ensino, e mais a frente uma noção de software educacional, com ênfase na metodologia LOGO de ensino aprendizagem e nos programas educacionais de simulação.

No terceiro capítulo, é apresentado um estudo sobre realidade virtual, onde ela é definida e onde são listadas algumas de suas aplicações. Em seguida, é tratado do tema relacionado à interação homem-computador, além de serem apresentadas também noções das novas tecnologias de comunicação, educação a distância e imersão virtual.

No capítulo quatro, que trata de multimídia e das ferramentas de autoria, é feita uma revisão do que vem a ser multimídia, hipertexto e hipermidia. Quanto as ferramentas de autoria, são citadas e brevemente descritas: o Micromundos, o Superlink e o Director, além de feita uma descrição um pouco mais completa do Toolbook, que foi a ferramenta de autoria utilizada no desenvolvimento do sistema apresentado nesta dissertação.

No quinto capítulo, é apresentado o desenvolvimento do protótipo do sistema. São listados os seus objetivos, características e limitações, sendo descrita a metodologia de desenvolvimento de sistemas multimidia, algumas das técnicas gráficas existentes, e as características de um “storyboard”. O capítulo é complementado com a representação das telas que compõem o SIMLETEC, com a descrição das características principais das mesmas.

No sexto capítulo, são definidos os resultados obtidos e apresentadas algumas considerações finais relacionadas ao assunto abordado nesta dissertação.

No sétimo e último capítulo, são tecidas algumas conclusões, além de recomendações em forma de sugestão, que poderão ser aproveitadas em futuros trabalhos a serem desenvolvidos nesta área de pesquisa. Finalmente, encerrando este trabalho, temos as referências bibliográficas utilizadas na elaboração do mesmo.

## **CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: INFORMÁTICA E ENSINO**

### **2.1. INTRODUÇÃO**

A evolução da informática no Brasil está cada vez mais caracterizando um quadro que pode ser considerado preocupante. Vários são os problemas encontrados nesta fase de divulgação e expansão da informática no Brasil, e constantemente observa-se trabalhos que buscam a criação de um ambiente favorável ao ensino da informática, diante do quadro de carências que caracteriza a sociedade brasileira. Professores, pesquisadores e administradores buscam alternativas viáveis para a introdução da computação na educação, procurando a otimização dos ambientes e dos softwares educacionais utilizados, além da capacitação dos professores que irão trabalhar com os computadores no ensino.

Felizmente para os brasileiros, o fato de não terem sido os pioneiros na introdução da informática no ensino, trouxe a possibilidade de analisar e propor soluções para problemas como os que surgiram da tentativa de introdução desta tecnologia na educação dos norte-americanos. Lá a tecnologia no ensino, foi tratada como uma categoria à parte, capaz de produzir por si só grandes mudanças no aprendizado.

Imaginaram que seria possível um ensino mais eficiente, se o aluno fosse colocado diante de um computador, e que este lhe ensinaria tudo o que ele precisasse saber.

Estavam completamente equivocados, pois a tecnologia é capaz de ajudar o professor, mas de forma alguma pode substituí-lo, ou seja, com o auxílio da informática, o professor passa a ter o papel de estimulador e condutor do processo de aprendizagem, procurando expandir os limites intelectuais de seus alunos a medida que encoraja a aprendizagem experimental e a auto-descoberta através de softwares que podem realmente ser considerados como educacionais.

## **2.2. AS CORRENTES TEÓRICAS**

De uma maneira geral, pode-se classificar o ensino em duas correntes teóricas, ou seja, a associacionista e a construtivista. Na visão associacionista, a programação em computador nada mais é do que a administração de tipos de exercícios tradicionalmente aplicados por um professor diante de um quadro-negro, num livro-texto ou através de uma lista de exercícios.

O que se observa na maioria das escolas que adotam esta perspectiva, é a montagem de laboratórios de informática, com o objetivo de uma instrução auxiliada pelo computador.

As vantagens mais citadas desta teoria, são o feedback imediato; a instrução individualizada e a neutralidade. Porém, Papert mostra que esta forma de ensino pouco altera o desempenho escolar.

Por outro lado, a teoria construtivista, particularmente a de Piaget, é o pressuposto teórico do movimento que gerou o software LOGO.

Para Piaget, as estruturas específicas para o ato de conhecer são construídas como resultado de um processo de equilíbrio em que, num processo de adaptação progressiva, através de suas ações, o organismo mantém uma troca com o meio. Este processo de adaptação não significa, segundo Piaget, um ajustamento passivo ao meio, em função da sobrevivência do sujeito, mas sim um processo pelo qual o indivíduo se transforma em função do meio e transforma o próprio meio à medida que o assimila por suas ações e operações.

Esse processo de adaptação e readaptação é explicado por Piaget como um mecanismo duplo, de assimilação e acomodação. Pela assimilação, os objetos são incorporados aos esquemas de ação do sujeito. Desse processo resultam alterações na própria organização mental do indivíduo, que acaba modificando-se em decorrência de um esforço para proceder a novas assimilações. A essa modificação, Piaget denomina de acomodação dos esquemas.

Na visão construtivista, o educador é um pesquisador em ensino, procurando alimentar esta teoria a partir das questões advindas da prática escolar, em particular através do uso do computador.

Todo o processo ensino-aprendizagem, passa a caracterizar-se como sendo um trabalho com alunos, sujeito a observação do professor, numa atividade de resolução de problemas que tem como ferramenta o computador.

### 2.3. O COMPUTADOR NO ENSINO

Chegou-se a um ponto da evolução, em que os computadores não podem mais ser considerados meros representantes da era da informática, mas sim componentes indispensáveis da vida cotidiana. No ensino não poderia ser diferente, pois pode-se observar desde o computador nos ambientes educacionais para facilitar tarefas usuais, até a sua utilização como componente ativo do processo de ensino-aprendizagem.

A medida que a tecnologia avança, aumenta a necessidade da modernização e informatização dos postos de trabalho. Está cada vez mais próximo o dia em que se observará que aqueles que não possuem conhecimentos atualizados de informática, terão seu campo de trabalho restrito à tarefas elementares e mal remuneradas, reduzindo assim as chances de ascensão e progresso na carreira desejada. O futuro apresenta-se como incerto para aqueles que não reciclarem seus conhecimentos de informática.

A tabela 3 mostra uma previsão do mercado de trabalho mundial, com relação às necessidades de conhecimento de informática, para os profissionais do ano 2000, além de fazer a comparação com esta necessidade no ano de 1970.

<b>O MERCADO DE TRABALHO E A INFORMÁTICA</b>		
Percentual sobre o total da população empregada		
	1970	2000(*)
Quantidade de Profissionais na área de desenvolvimento da informática	0,5 %	4,0 %
Profissionais de outras áreas com qualificação em informática	1,5 %	20,0 %
Profissionais capazes de usar as ferramentas da informática	3,0 %	40,0 %
Profissionais sem qualificação em informática	95,0 %	36,0 %

(\*) Previsão

Fonte: Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco)

**Tabela 3 – O Mercado de Trabalho e a Informática (Dimenstein, 1998, p. 16).**

Pode-se verificar que o computador tem entre outras, a função de modificar uma cultura, a partir do momento que os usuários passam a contar com uma nova opção de ferramenta para a execução de tarefas, que antes já eram realizadas. Porém, com o uso do computador essas tarefas passam a ser executadas de forma mais rápida e mais elaborada, como no caso do processamento de textos, na elaboração de planilhas e gráficos, na criação de bases de dados, no desenho e tratamento de imagens, dentre outras.

Já num outro nível, o computador passa a controlar todo o processo de transmissão de conhecimentos, onde sua participação vai desde a apresentação do assunto até a verificação dos conhecimentos.

Foram citados dois casos extremos, entre os quais existem muitos outros exemplos, considerados intermediários, de utilização do computador. Estes encontram-se de alguma forma relacionados com o processo de aprendizagem, como no caso do computador sendo usado como um meio de melhorar a eficiência do estabelecimento de ensino.

## **2.4. O SOFTWARE EDUCACIONAL**

Existe uma certa dificuldade em definir-se exatamente o que é um software educacional. As razões desta dificuldade estão relacionadas principalmente ao fato de não se saber quais os critérios a serem adotados para considerar-se um software como sendo educacional.

- Para Papert, até mesmo um processador de texto pode ser utilizado pedagogicamente com grande proveito. Na área das linguagens de programação, temos o LOGO, o PROLOG e o PASCAL, que podem ser consideradas softwares educacionais, porém existem outras linguagens como o COBOL, por exemplo, que poderiam estar fora desta classificação. Com relação aos jogos, existe um grande questionamento quanto a sua classificação. O termo jogo, de maneira geral, lembra um ambiente que busca a diversão e o entretenimento, podendo ser tratado como um ambiente potencialmente educacional, já que não possui um fim educativo definido. Porém, existe intrínseco neste tipo de ambiente, uma ferramenta educacional poderosa, no que concerne ao estímulo de diversas habilidades presentes no jogador.



Para uma consideração justa, deve-se classificar um jogo como educacional, a partir do instante em que este jogos tenha uma função pedagógica. Portanto, devemos definir um software como educacional a partir de sua função e não de sua natureza.

#### 2.4.1. A METODOLOGIA LOGO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O Logo é uma linguagem de programação que foi desenvolvida no Massachusetts Institute of Technology (MIT), situado na cidade de Boston nos Estados Unidos da América, pelo professor Seymour Papert (Papert, 1980). Como linguagem de programação o Logo serve para nos comunicarmos com o computador. Entretanto, ela apresenta características especialmente elaboradas para a implementação de uma metodologia de ensino baseada no computador, denominada metodologia Logo, e para explorar certos aspectos do processo de aprendizagem. Assim sendo, podemos considerar o Logo como tendo duas raízes: uma computacional e outra pedagógica.

Do ponto de vista computacional, as características do Logo que contribuem para que ele seja uma linguagem de programação de fácil assimilação são: a exploração de atividades espaciais, a fácil terminologia e a capacidade de criação de novos termos e procedimentos.

No Logo, os conceitos espaciais, como distâncias e ângulos retos, são utilizados em atividades para comandar uma Tartaruga que se move no chão (tartaruga de solo) ou na tela do computador, através de atividades gráficas. Estes conceitos espaciais necessários para o comando da Tartaruga, são conceitos intuitivos, adquiridos por todos já na infância. Portanto, os comandos do Logo, que a criança utiliza para comandar a Tartaruga são termos que ela usa no seu dia-a-dia.

Já o aspecto pedagógico do Logo encontra-se fundamentado no construtivismo piagetiano. Piaget mostrou que, desde os primeiros anos de vida, a criança já possui mecanismos de aprendizagem que ela desenvolve mesmo sem ter freqüentado a escola. Piaget afirma ainda que a criança desenvolve a sua capacidade intelectual interagindo com objetos do ambiente onde ela vive e utilizando o seu mecanismo de aprendizagem.

Sendo assim, do ponto de vista pedagógico, existem dois aspectos na metodologia Logo que devem ser enfatizados: o primeiro é o controle do processo de aprendizagem, que passa às mãos do aprendiz e não do professor, e o segundo, é a chance proporcionada à criança, para que ela aprenda fazendo, ou seja, ensinando a Tartaruga a resolver um certo problema apresentado.

A utilização do Logo pode resgatar a aprendizagem construtivista e tentar provocar uma mudança profunda na abordagem do trabalho nas escolas, buscando a construção do conhecimento em detrimento da simples instrução.

#### 2.4.2. AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE SIMULAÇÃO

O critério de avaliação da eficácia de um programa de simulação deve incluir a estrutura racional e a totalidade da informação fornecida, a clareza e atratividade do grafismo, ou seja, o modo como a informação é apresentada no monitor do computador, além do grau de participação exigido do estudante. Uma questão importante é a de saber se os resultados que os estudantes obtêm através da manipulação do sistema de simulação não são os previsíveis, pois neste caso podem levar ao desinteresse. Por outro lado, deve-se evitar simulações de difícil entendimento que levem a frustração e ao desânimo, com uma conseqüente desistência dos usuários, diante de uma situação que parece sem finalidade ou até impossível de ser manipulada. Os estudantes devem se sentir emocionalmente envolvidos pelo desafio de um programa difícil mas possível, que vai levá-los a uma maior persistência e esforço na busca das soluções implícitas para tudo o que está sendo desenvolvido no sistema, e que está ao seu alcance através do computador.

Quanto melhor a concepção do programa, menor o tempo gasto na consulta aos manuais e “links” de ajuda para tentar descobrir como funciona a simulação que está sendo utilizada.

No SIMLETEC, teve-se a preocupação de tornar o ambiente multimídia o mais amigável possível, incluindo caixas com texto explicativo, indicações de localização nas diversas telas, indicações de “links” para outras telas, um livro eletrônico de instalações elétricas disponível para consulta em forma de “link”, além de um campo de ajuda do programa.

Ao contrário dos programas de ensino, que devem ser cuidadosamente adaptados ao nível de conhecimento, experiência e capacidade dos alunos envolvidos, um sistema de simulação simples pode ser utilizado por estudantes com níveis de conhecimento variados, sendo que o nível de conhecimento irá diferenciar o tipo de respostas obtidas do sistema.

## **CAPÍTULO 3 - REALIDADE VIRTUAL**

### **3.1. DEFINIÇÃO**

Em relação ao conceito sobre a palavra virtual, Lévy (1996) expressa o seguinte:

“a palavra virtual vem do latim medieval virtualiz, derivado por sua vez de virtus, força, potência. Na filosofia escolástica, é virtual o que existe em potência e não em ato. O virtual tende a atualizar-se, sem ter passado no entanto á concretização efetiva ou formal. A árvore está virtualmente presente na semente. Em termos rigorosamente filosóficos, o virtual não se opõe ao real mas ao atual: virtualidade e atualidade são apenas duas maneiras de ser diferentes”.

Apenas em 1987, nos Estados Unidos da América, mais precisamente em Los Alamos, filósofos, construtores de robôs, químicos, pessoal da informática e curiosos, resolveram denominar o trabalho que já vinham realizando a décadas, por Realidade Virtual.

A Realidade Virtual consiste numa confluência de tecnologias que, além da Computação Gráfica Interativa, inclui a holografia, com a utilização do laser para a criação de imagens tridimensionais, visores de cristal líquido, televisões de alta definição, multimídia e outros. A denominação ciberespaço, que relata um mundo virtual que pode ser gerado em três dimensões dentro de um computador, passou a ser utilizada para identificar estes ambientes, a partir do livro Neuromancer de William Gibson. A partir do momento que se utiliza a Realidade Virtual passa-se a utilizar o ciberespaço.

Dentro das possibilidades de interagir com o meio ambiente, pode-se conceber a Realidade Virtual, enquanto produto de consumo, como um conjunto de mecanismos pelos quais excitamos os diferentes receptores neuronais de forma a provocar determinados tipos de reações.

Na prática, pode-se identificar os seguintes conjuntos de aplicações, que podem surgir individualmente ou em grupo:

- Simuladores
- Vida Artificial
- Redes de Computadores
- Telepresença

- Waldos
- Presença Virtual
- Interfaces Inteligentes
- Ambientes Virtuais

As primeiras aplicações foram os simuladores, onde dentro de um computador é construída toda uma realidade. Esses simuladores servem para reproduzir sistemas de forma a representá-los não mais de maneira estática dada pelas matemáticas, mas como processos dinâmicos.

Pode-se simular uma teoria, sendo que a sua qualidade pode ser verificada medindo-se a distância entre os resultados reais obtidos e os verificados dentro do espaço cibernético artificial constituído pelo conteúdo apresentado na tela do computador e todo o hardware e software a ela associados.

O primeiro ambiente deste tipo foi criado por Edwin Link, em 1929. Era um simulador de voo. Armstrong e seus companheiros, antes de pousar na Lua real, treinaram seus movimentos numa Lua virtual, totalmente desenvolvida pela NASA.

A vida artificial, considerada outra aplicação típica em Realidade Virtual, consiste na criação de pequenas e estranhas criaturas que devem obedecer a um conjunto de regras dentro de um mundo criado para elas, situado nos limites da tela de um computador. As mais adaptadas sobrevivem e, ao realizar esse feito, procriam, transmitindo seus genes às novas gerações que se comportarão de uma forma nova, herdada geneticamente de seus pais, estando sujeita a mutações.

O Sistema Echo de John Holland, os Biomorphs de Dawkins, a Teoria dos Autômatos Celulares de Von Neumann, são alguns exemplos dessas construções, onde são amplamente utilizadas ferramentas como Geometria Fractal, Redes Neurais e Algoritmos Genéticos.

As redes de computadores, ligadas a aparelhos ou mecanismos que permitem interagir com qualquer realidade artificial construída, se multiplicam emaranhando-se em milhares de dispositivos e milhões de usuários. Como exemplos tem-se a TV interativa, as redes de dados como a Internet, dentre outros.

Através da telepresença é possível executar atividades em domínios geograficamente ou fisicamente distintos, através da robótica e dos sistemas de comunicação.

Os waldos, multiplicam as forças ou ampliam a capacidade dos sentidos, podendo mesmo traduzir para o mundo da miniatura operações que um ser humano normal seria incapaz de executar, dada a delicadeza e precisão exigidas.

A expressão waldo surgiu, pela primeira vez, em um livro de ficção científica de Robert A. Heinlein. Sendo profundamente inteligente, porém limitado fisicamente, Waldo construiu máquinas capazes de interfaciar suas relações com o mundo transformando-se de pessoa deficiente em verdadeiro super-homem.

Alguns aparelhos de microcirurgias são exemplos de waldos. Nestas situações, o médico realiza as microcirurgias em um modelo ampliado e as interfaces traduzem seus movimentos para a escala necessária da aplicação.

A NASA dispõe de uma aplicação dentro dessa linha que se traduz pelo conceito de telepresença robótica. Um astronauta pode realizar consertos na parte externa de uma estação espacial por meio de robôs controlados do interior da nave.

A presença virtual se torna possível graças a diferentes equipamentos de interface homem máquina que permitem uma participação interativa dentro dessas realidades artificiais criadas dentro dos modernos computadores. Exemplos de tais equipamentos são a luva de dados, ou “Data Glove” e o óculos com dispositivo de rastreamento, ou “Nac Eyes”.

As interfaces inteligentes capazes de se adaptarem aos diferentes usuários, constituem-se em outra importante área de investigação. A semiótica computacional, o estudo do emprego de metáforas e metonímias, a ergonomia de software e outras ferramentas também são empregadas dentro destas interfaces.

Finalmente, existem também os ambientes virtuais, que prometem revolucionar o ensino. Oficinas que podem ser acessadas por qualquer dos meios anteriormente citados, fornecem os estímulos capazes de despertar nos alunos a paixão pela aprendizagem. O professor tem um duplo papel, o de criador dessas oficinas de estímulos e o de incentivador de novos pesquisadores.

### **3.2. AS FERRAMENTAS DE INTERFACE HOMEM-MÁQUINA**

Atualmente pode-se observar que são grandes os esforços para a melhoria da qualidade da interação entre o homem e o computador. É possível sentir os resultados significativos provenientes destes esforços, a partir de novos produtos colocados no mercado com interfaces modernas, que respeitam cognitivamente o ser humano que interage com os mesmos.

Um dos resultados mais significantes na busca de novas formas de interação homem-computador, são as chamadas interfaces de manipulação direta. Estas interfaces tem como característica a de manter uma representação contínua dos objetos de interesse no contexto da tarefa que se deseja realizar. Nelas, ao invés de interagir com um meio computacional abstrato, toda a interação pode ser feita graficamente, de maneira que se vá ao encontro da forma que as pessoas normalmente costumam usar, para pensar a respeito de um problema que pretendem resolver com a aplicação utilizada.

As operações desejadas pelo usuário são realizadas através de ações físicas, que podem ser realizadas simplesmente pressionando-se um botão. O fato de movimentar e conectar ícones na tela do computador, têm o efeito análogo ao de invocar uma subrotina, representada por uma programação essencialmente textual, porém com a vantagem de manipular e interagir diretamente com os dados e as conexões existentes. As operações são rapidamente realizáveis e reversíveis, e o impacto destas sobre os objetos de interesse são imediatamente perceptíveis.

Em sistemas com interfaces de manipulação direta, a própria interface é considerada como o mundo virtual onde o usuário pode agir, e ela pode mudar de estado em resposta às ações do usuário.

Os usuários que interagem com realidades artificiais, como se estivessem no mundo real, podem também usar a fala e os movimentos como mecanismos de interação. Um conjunto de imagens ajudam o usuário na interpretação da informação apresentada. Estas imagens se comportam de uma forma similar a do objeto ou entidade que estão representando.

Os usuários interagem com essas realidades como se fossem habitantes do mesmo mundo virtual em que elas existem. Imagens, comportamentos e interações formam a trilogia dos elementos básicos ligados a este conceito.

Para entender-se um pouco melhor o desenvolvimento das principais ferramentas de interface homem-máquina, pode-se relacionar um breve histórico para a verificação da sua trajetória ao longo dos anos:

Em 1965, Sutherland projetou o monitor acoplado a cabeça, ou “HMD”, que mudou a visão apresentada pela trajetória dos movimentos dos usuários. De qualquer modo, esta unidade era extremadamente pesada e incômoda, e teve que ser suportada do teto.

Em 1972, um dos desenvolvimentos mais importantes da Realidade Virtual foi concretizado com o lançamento do jogo Pong. Embora não tenha sido um desenvolvimento estritamente de RV, o jogo introduziu interatividade a qual é um aspecto vital dentro da Realidade Virtual.

Em 1985, o centro de pesquisa AMES da NASA começou a desenvolver um equipamento de Realidade Virtual, a baixo custo. McGreevy utilizou esta idéia, pelo uso de um capacete de motocicleta e uma tela de cristal líquido, ou “LCD”.

Em 1986, a Realidade Virtual nasceu como é conhecida hoje. O programador de jogos chamado Jarom Lanier, desenvolveu uma luva para usar nos mundos virtuais. Este equipamento, juntamente com o capacete virtual, compõem o conjunto de equipamentos básicos para criar o que atualmente denominamos de Realidade Virtual.

O Virtual Interactive Environment Workstation, o “VIEW”, consiste em um capacete que oferece uma visão estereoscópica tridimensional e 360 graus de visibilidade. Foi desenvolvido pela NASA em 1987 para que um astronauta pudesse comandar um robô. As informações são enviadas por um sensor Polhemus, que usa o nome do fabricante, que é capaz de seguir a direção do olhar.

Um exemplo de luva de dados ou informações, o “Data Glove”, foi desenvolvido por uma empresa da Califórnia, a VPL Research Inc.. Este consiste de fibras óticas que percorrem a mão até o punho, onde fica instalado um sensor. Através de solenóides, cristais piezoelétricos ou metais que respondem a mudanças de temperatura, estimulam-se os neurônios associados ao tato. A sensação de força é obtida pelo uso de um sistema composto de um simples T rígido, de aproximadamente 9 centímetros, que é ligado a um computador que consegue identificar os movimentos das mãos.

De posse de um meio onde pode-se estar visualmente em qualquer lugar, o “Nac Eyes”, e de meios para interagir com a realidade que se está vendo, como o “Data Glove”, é possível, por

exemplo, se realizar cirurgias a distância ou trabalhar em micro circuitos como se estivesse em um universo ajustado às próprias dimensões físicas.

Os dispositivos para o reconhecimento da voz e a interpretação gestual ainda esbarram nas limitações impostas por uma análise semântica, que verifica o significado de expressões verbais ou corporais. Mesmo assim, sistemas com um vocabulário limitado já se encontram operantes. Redes neuronais e outras técnicas de caos vieram, com sucesso, substituir os velhos registros de voz, feitos pelos osciloscópios e introduzidos em um banco de dados.

Uma das maiores dificuldades consiste, ainda, em simular os esforços que se faz ao, por exemplo, jogar tênis, futebol ou basquete. Muitos parques temáticos, como a Disney World, nos EUA, e o Beto Carrero World, no Brasil, possuem simuladores eletrônicos de montanhas russas que criam um ambiente virtual, proporcionando às pessoas que delas se utilizam, as mesmas sensações e emoções de uma montanha russa real.

### **3.3. NOVAS TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO**

#### **3.3.1. INTRODUÇÃO**

Atualmente observa-se que as empresas de telecomunicações tem evoluído significativamente no que diz respeito a transmissão da voz, como também de dados, apesar de que ainda se está longe daquilo que poderia ser considerado o ideal para este tipo de transmissão. Da mesma forma empresas, escolas e universidades tem desenvolvido um grande número de produtos de comunicação, que cada vez mais servem para melhorar os serviços de comunicação entre os computadores, seja a nível de conexão com redes locais ou mesmo na grande rede mundial.

Até pouco tempo atrás algumas dessas possibilidades de comunicação via rede eram restritas àqueles que tinham acesso à máquinas poderosas, de alto custo e com grande capacidade de processamento, porém, esta realidade está mudando a cada dia, proporcionando a muitas pessoas o acesso comercial e doméstico a estas novas tecnologias.

Dentre os exemplos de evolução estão os softwares que proporcionam a comunicação por voz, utilizando o computador como um telefone internacional, pagando tarifas locais. Existem



também os softwares para realização de vídeo-conferência via rede local ou Internet, como o “CU-SeeMe” desenvolvido pela Universidade de Cornell nos Estados Unidos da América, que pode ser utilizado tanto em ambiente Windows dos “PC’s” como também em Macintosh. Utilizando o “CU-SeeMe”, duas pessoas localizadas em locais geograficamente distantes, podem se reunir no ciberespaço, trocando informações, através de textos, imagens e sons. Para a realização de conferências entre várias pessoas existe outra ferramenta desenvolvida pela mesma universidade, denominada “Reflector CU-SeeMe”, que funciona como um espelho virtual, refletindo a imagem enviada por todos que estão conectados à máquina onde está este software.

Foi criado também um padrão para a descrição de cenários tridimensionais interativos disponibilizados pela Internet, a Linguagem de Modelagem de Realidade Virtual, VRML. Com a utilização desta linguagem é possível a criação de ambiente virtuais tridimensionais onde o usuário poderá navegar pelo ciberespaço buscando os locais e objetos que procura.

Outro avanço no mundo do ciberespaço da Internet foi sem dúvida a popularização dos locais de bate-papo virtual, onde houve um grande desenvolvimento tecnológico com a introdução dos mundos tridimensionais criados a partir de linguagens como o VRML. Neste ciberespaço os diversos usuários podem assumir um corpo virtual o qual representará a sua materialização neste mundo virtual. Estes corpos, denominados de “avatar”, estão disponíveis a partir de uma galeria de imagens, sendo que você pode ver e experimentar qualquer um que lhe agrade, antes de selecioná-los. Um desses mundos virtuais é o World Chat, da Worlds Inc., que é visualizado como uma grande estação espacial, onde os “avatar” poderão passear ou conversar entre si através de mensagens digitadas e enviadas por cada um dos participantes.

### 3.3.2. O AMBIENTE DOS MUD’S

Os MUD’s podem ser definidos como um tipo de jogo onde uma dimensão está disponível a múltiplos usuários, onde podem ser realizados múltiplos diálogos, ou seja, o jogo se passa num ambiente onde pessoas de várias partes do mundo podem estar locadas e interagindo.

Quando os mundos virtuais no computador foram criados, os MUD’s significavam qualquer espaço virtual onde múltiplos usuários estivessem interagindo. O primeiro MUD foi criado por Roy Trubshaw e Richard Bartle na Universidade de Essex, em 1979, utilizando a linguagem Assembler. A versão original permitia ao usuário somente mover-se em uma locação

virtual, sendo que nas versões posteriores já era possível a inclusão de objetos e comandos que poderiam ser modificados on e offline. O objetivo da construção deste primeiro MUD foi o desenvolvimento de um jogo de múltiplos jogadores definidos e interpretados por uma base de dados externa.

Para cada tipo de MUD existem categorias diversas. Nos que lembram os RPG's, os mortais se dividem em quatro categorias: os ladrões; os clérigos, com poderes de cura; os magos, com conhecimentos de magia; e os guerreiros. Ao atingirem um determinado nível dentro do jogo, os mortais podem se transformar em Deuses, que têm poder para alterar programações, construir novos cenários e banir pessoas indesejáveis.

Dentro dos MUD's, os usuários interpretam personagens a partir de um mundo imaginário, onde tem a possibilidade de visitar vários ambientes distintos do local sem ter a necessidade de atingir um objetivo específico pré-determinado. O personagem, à medida que conhece o ambiente, vai ganhando experiência e acumulando conhecimentos na sua área de escolha, melhorando assim o seu nível dentro do jogo.

Como exemplos de tipos de MUD's, podemos citar:

- o servidor JavaMud, totalmente escrito em linguagem Java e criado por George Reese, onde destaca-se o servidor Imaginary Mud;
- os Talkers, que podem ser descritos como uma conferência virtual internacional, baseada em texto. Caracterizam-se por não serem como os MUD's tradicionais, mas também não tão limitados quanto o IRC. Nos Talkers, os personagens podem modificar o seu ambiente individual e escolher pessoas para conversar, em uma das muitas salas públicas virtuais;
- as famílias de TinyMUD, criadas em 1989 para que os jogadores pudessem construir seus mundos virtuais juntos. A partir do TinyMUD, surgiram os MUSH, MUCK, MUSE, MOO e Mux, suas ramificações. Ao contrário dos MUD's, onde apenas os deuses possuem o poder para a criação de ambientes, personagens ou objetos, nos MOO's, a criação é livre, sendo que qualquer pessoa pode incluir objetos, desenvolver atividades profissionais, criando uma sociedade virtual com apenas uma ferramenta: a palavra.

### **3.4. REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

#### **3.4.1. INTRODUÇÃO**

A Realidade Virtual, é uma tecnologia emergente cujo objetivo é a geração da percepção da realidade em pessoas, usando dispositivos que estimulam mais de um órgão dos sentidos, além de um modelo de ambiente real ou fictício. Desta forma, os usuários podem chegar à uma interação intuitiva com o ambiente virtual e seus objetos, como se estes fossem reais, através da imersão na simulação tridimensional gerada por computador.

A Realidade Virtual representa uma mudança tecnológica, onde o usuário tem uma aproximação muito grande com o que se entende por tecnologia. Ela pode ser considerada como a interface do usuário da nova geração, e como se pode observar já está presente em muitos experimentos atuais.

As mudanças nas necessidades impostas pela sociedade provocam a reformulação das metas, da população dos estudantes, e do conteúdo da instrução. Mudanças nos métodos pedagógicos, na montagem da estrutura organizacional do ensino-aprendizagem, e no posicionamento exato da educação, devem acompanhar essas transformações.

As tecnologias de informação e comunicação podem prover o impulso para possibilitar o novo modelo educacional; tais avanços, que estão transformando a economia, podem permitir novos modelos de ensino-aprendizagem para facilitar a transição da escola para o trabalho (Dede, Lewis, 1985, p. iii).

#### **3.4.2. O ESTADO DA ARTE DA REALIDADE VIRTUAL**

Embora a pesquisa e desenvolvimento no campo da Realidade Virtual tenha começado na América, na década de 1960, esta se encontra ainda na tecnologia de segunda geração. Isto tem a ver com o custo e a eficiência do poder do computador. Esta ainda é uma tecnologia nova, e está constantemente em desenvolvimento. As aplicações mais características foram realizadas nas áreas médica, militar, de engenharia e de recreação.

Tecnicamente, a RV pode ser descrita em termos de computação gráfica, como uma ferramenta poderosa com possibilidades de exposição gráfica que permite seu uso interativo.

Tipicamente, o sistema de hardware para Realidade Virtual consiste de um computador, de um monitor acoplado à cabeça, ou “HMD”, e de uma luva de dados, ou “Data Glove”. Os dispositivos de rastreamento, “tracking devices”, informam ao computador a posição e os movimentos do “HMD” e da luva de dados. O usuário de um sistema de RV pode ser capaz de navegar através de um mundo virtual. A medida que este usuário movimenta a sua cabeça, os dispositivos de rastreamento informam ao computador a natureza destes movimentos, e este gera uma atualização nos dados, que irá alterar a visualização no vídeo colocado no “HMD” do usuário. Isto criará uma ilusão para o usuário, de que ele realmente se encontra dentro do mundo virtual. Quanto melhores os equipamentos de “hardware” e mais bem elaborados os “softwares”, maior vai ser o nível de imersão virtual experimentado pelo usuário da RV.

As aplicações da Realidade Virtual, sob diversas utilizações, já vêm sendo estudadas em alguns laboratórios há vários anos, especialmente aquelas relacionadas com a extração do setor petrolífero. De fato tem-se poucos sistemas baseados em imersão total, usando “HMD’s”, embora hoje em dia um laboratório para desenvolvimentos de imersão plena, para uso nas Universidades, já seja economicamente viável.

A RV está presente em centros de entretenimento familiar, “shopping centers”, e outros centros de lazer. Além dessas instalações, muitas tem uma natureza estritamente acadêmica, como nos projetos de pesquisa. Porém, duas fortes áreas industriais têm incorporado esta tecnologia nas suas atividades: a indústria do óleo e a automobilística.

Na educação, a Realidade Virtual tem tido um significativo impacto no processo de aprendizagem. Embora todos os assuntos possam ser cobertos usando esta tecnologia, observa-se que nos campos da engenharia e das ciências ela pode ser melhor aproveitada. Os estudantes podem executar experimentos no mundo virtual, os quais com outros meios seriam difíceis ou até perigosos de se realizar.

As escolas podem se relacionar através das redes de computadores, permitindo que os estudantes trabalhem em conjunto, na busca de respostas para problemas particulares. Essas escolas não necessitam estar no mesmo país, podendo estar distanciadas fisicamente, mas conectadas em rede, como a Internet. Isto faz com que juntamente com a aprendizagem dos assuntos experimentais, também sejam incluídos conhecimentos relativos a aspectos culturais de outras regiões onde outros estudantes também estejam utilizando os seus computadores.

Roupas equipadas com computadores, também estão sendo desenvolvidas nos grandes centros de pesquisa, como ocorre nos laboratórios do MIT. Como uma das propostas, existe a idéia de criar uma roupa para os jornalistas. Esta seria equipada com pequenas câmeras e monitores de vídeo; um Sistema de Posicionamento Global, “GPS”; um sistema de conexão com a Internet; um teclado virtual, posicionado nas luvas do usuário; um gerador elétrico, colocado na sola do sapato; um recarregador das baterias dos monitores, localizado no cinto; além dos chips e memórias necessários. O objetivo de todo este equipamento é manter o jornalista atualizado com as últimas notícias e equipado para produzir o seu texto, mesmo em locais que apresentem pouca infra-estrutura.

Algumas das seguintes aplicações reais na atualidade são relatadas por Odegard (1995b, p. 2), Rios (1994, p.2) e Shukla, Vazquez e Chen (1996, p.79):

- Telepresença: veículos operados remotamente, desenvolvidos pela SINTEF e a Saga Petroleum Company que prototiparam a operação remota de submarinos para manutenção de instalações marinhas submersas no Mar do Norte;

- Indústria do Design: a Volvo e a Daimler Benz têm usado a Realidade Virtual para o processo de design de interiores de veículos;

- Realidade Virtual em prototipagem: a VTT Electronics na Finlândia desenvolveu um sistema que permite, no projeto de produtos, a validação de desenhos antes e durante o sistema de construção;

- Conferência Virtual: no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Linköping desenvolveu-se um método de vídeo conferência, que envolve a codificação de rostos e corpos dos participantes da teleconferência como um modelo geométrico tridimensional;

- Ambiente Virtual Interativo Distribuído: em Estocolmo, na Suécia, algumas instituições acadêmicas como o Royal Institute of Technology (KTH), o Swedish Institute of Computer Science (SICS), a indústria Ericsson Telecom e Telia, tem se unido através do ambiente interativo denominado MultiG. Suas atividades estão relacionadas à palestras sobre a colaboração virtual em redes de banda ampla;

- Simulação de Tráfego: em colaboração com a Renault, Statoil e Vergdirektorated, Autosim e Tromso, desenvolveu-se um ambiente virtual para propósitos de treinamento de motoristas. O sistema foi construído em torno do carro Renault 1916V, o qual é conectado a um Silicon Graphics ONYX. O carro pode ser usado com tráfego pesado no centro das cidades ou

em uma estrada no campo, no inverno, com neve e gelo. O sistema consiste de 13 km de estradas, podendo ser modificadas as estações, a iluminação e as condições do clima;

➤ Simuladores de Vôo: a aviação civil e a militar usam as vantagens da Realidade Virtual em treinamento e simulação. A Scandinavian Airlines System e a Braathes SAFE treinam suas tripulações em simuladores. Desta forma elas podem ser treinadas em situações perigosas. Esses simuladores criam situações de dificuldades gerando ambientes que podem conter curvas, luzes e fumaça;

➤ Simulador de Navegação Naval: o mercado da navegação naval precisa sempre educar e treinar seu pessoal. O sistema NorView 3000, pode processar 300 polígonos em tempo real, e pode simular a navegação em uma ampla variedade de portos de águas internacionais, tais como Nova Iorque e através do Canal Britânico. Na Universidade de Alborg este é um interessante projeto em andamento para demonstrações em 3D e de como este pode ser usado em aplicações em RV;

➤ Na educação e capacitação de pessoal, a realização de atividades que requerem coordenação motora tornam-se beneficiadas, uma vez que pode ser possível avaliar se os movimentos mantêm-se dentro das trajetórias prescritas e, se a pressão ou a força exercida é a apropriada. Aqui a Realidade Virtual pode ser utilizada para o ensino de técnicas de uso de instrumentos musicais, condução de veículos automotores, soldagem de componentes eletrônicos, digitação e prática desportiva como no caso do tênis, dentre outras atividades (Rios, 1994, p.1);

➤ Na visualização científica, os dados provenientes da análise de um sistema físico, tal como o comportamento aerodinâmico de uma turbina de avião, podem ser melhor interpretados, se os distintos parâmetros são visualizados tridimensionalmente e se podem ser manipulados interativamente (Rios, 1994, p.1);

➤ No design e na possibilidade de percorrer os modelos arquitetônicos, há a possibilidade de visualização da proporção dos elementos da construção e a estética da combinação das cores, possibilitando uma navegação pelo interior e exterior da obra arquitetônica, ainda antes de sua edificação.

### 3.4.3. REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA

A Realidade Virtual permite aos usuários uma interação intuitiva com o ambiente virtual e seus objetos como se fossem reais, por imersão na simulação tridimensional gerada por computador. Este método de comunicar informação, estimula a compreensão de sistemas complexos, nivelando pessoas com conhecimento ou experiências ultrapassadas e limitadas (Shukla, Vazquez, Chen, 1996).

As experiências em primeira pessoa ocorrem quando a interação com o mundo não envolve reflexão da consciência ou o uso de símbolos. De acordo com a teoria construtivista, a construção de conhecimento surge das experiências em primeira pessoa, aquelas que nunca podem ser inteiramente compartilhadas.

A Realidade Virtual imersiva permite experiências em primeira pessoa pela eliminação de interfaces, que atuam na interação usuário computador, permitindo uma experiência que captura a essência do significado para a pessoa, a qual se apresenta para conhecer o mundo (Winn, 1993).

Devido ao fato de que o meio ambiente virtual é computado a partir de dados, este permite ao participante três classes de experiência de construção de conhecimento que não estão disponíveis no mundo real, mas que tem um inestimável potencial na educação. Esses conceitos são denominados “Dimensão”, “Transdução” e “Reificação” (Winn, 1993, p. 16).

Quando analisa-se o conceito dimensão tomando-se como base a RV, deve-se considerar que lá é possível haver mudanças radicais nas dimensões relativas do participante e dos objetos virtuais. No mundo real, um objeto parece maior quando aproxima-se dele e menor quando desloca-se para longe. Contudo, existem limites para ambos os extremos. Há um ponto no qual não pode-se aproximar mais de um objeto físico, sendo que este ponto marca a dimensão máxima aparente de um objeto. Igualmente, há um ponto onde o objeto desaparece enquanto distancia-se dele. Em um mundo virtual, pode-se aproximar infinitamente e afastar-se dos objetos permitindo grandes mudanças na dimensão deste.

As vantagens de semelhantes mudanças na dimensão são significativas para a educação. É possível para os estudantes entrarem em um átomo, inspecioná-lo, trocar os elétrons nas suas órbitas, alterar as valências e sua capacidade de combinar-se para formar moléculas. No outro extremo, é possível que os estudantes tenham uma noção das dimensões e distâncias relativas entre os planetas do sistema solar, simplesmente voando de um para outro.

Quanto aos transdutores, semelhantes aos *eyephones* e *earphones*, são usados em hardware de Realidade Virtual para apresentar informações aos participantes, e para converter o comportamento dos participantes em comandos de interpretação de software. Os transdutores, são dispositivos que convertem informações não disponíveis aos sentidos humanos em outras formas que o são.

Trocas em dimensão e transdução dão acesso à experiências que os estudantes não poderiam ter de outra forma. Algumas destas experiências surgem das simulações de aspectos de objetos reais e eventos. Outras surgem de representações em formas perceptíveis, através da transdução, de objetos e eventos que não tem uma forma física, tais como equações algébricas ou população dinâmica.

O processo de criação dessas formas perceptíveis denomina-se reificação. A reificação é colocada em contraste com a simulação. Na simulação, o mundo virtual contém cópias de objetos reais e de seus comportamentos.

A sincronização precisa do movimento espacial da cabeça e as mudanças na perspectiva visual resultam numa imersão mais profunda, mesmo com um acoplamento impreciso entre o movimento da cabeça e as mudanças na apresentação visual (Psoth, 1996, p. 1).

Na pesquisa reportada por Psoth, os diferentes fatores foram cuidadosamente projetados para cobrir fatores cognitivos, associados aos citados na literatura, sobre os meio ambientes da Realidade Virtual, usando uma escala de respostas categóricas de cinco pontos. Dois fatores psicológicos considerados como dominantes na predição da profundidade da imersão são: a imaginação necessária para aceitar uma outra realidade e a concentração, atenção, e autocontrole para excluir os efeitos de distração do mundo real.

Os fatores cognitivos foram agrupados em duas categorias: A susceptibilidade para a imersão e a qualidade da imersão.

A susceptibilidade para a imersão depende dos seguintes fatores:

- Imaginação: Resistência da imaginação visual, sonhos, consciência de si, absorção em sonhos quando acordado, habilidade para, de boa vontade, suspender a descrença, profundidade de envolvimento em livros, teatro, etc.;
- Imaginário vívido: Sonhando, expectativas prévias sobre meio ambientes de Realidade Virtual, claustrofobia;



➤ Concentração e Atenção: Filtragem da atenção, conflito cognitivo ao sustentar duas imersões recursivas, navegação espacial, claustrofobia;

➤ Autocontrole: Participação ativa e receptividade.

A Qualidade da Imersão, por sua vez, depende de:

➤ Recursos do meio ambiente para a Imersão: Persistência do objeto, perfeição sensória, interatividade, realismo do meio ambiente, montante do retardamento ou atraso, tamanho do campo de visão, localização precisa do egocentro ou imagem corporal, prazer e satisfação com a novidade da experiência;

➤ Distrações devido ao meio ambiente: Presença de distratores sonoros ou táteis, fadiga e irritação pelo volumoso equipamento utilizado, restritividade do equipamento, similaridade entre o mundo real e o mundo da Realidade Virtual;

➤ Efeitos psicológicos: distúrbios pelo simulador, desorientação após a imersão;

➤ Efeitos outros: Preferência de imersão solitária, surpresa quando o “HMD” é removido.

A imersão pode ser vista como um fenômeno dual. Por um lado, depende de processos biológicos subconscientes ou implícitos, ou ainda de habilidades que invocam a capacidade cognitiva da pessoa. De outro lado, depende de habilidades atencionais voluntárias que são funções do auto controle, auto consciência, distratabilidade, atenção, expectativa e força de vontade.

Como estes dois componentes interagem é um mistério. Os componentes implícito e consciente parecem fazer coisas diferentes e podem não ser capazes de afetar um ao outro diretamente. Estes fatores aparecem tão brusca e inesperadamente que se tornam visíveis em todos os três conjuntos de correlações: nos fatores de susceptibilidade, nos fatores de imersão, e em suas intercorrelações.

#### 3.4.4. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Pode-se considerar a Educação à Distância, ou EAD, como um ensino não presencial, onde observa-se a separação física entre o professor e o aluno. Esta interação pessoal cede seu espaço a uma forma organizada de auto-estudo onde o aluno aprende a partir do material didático que lhe é disponibilizado, seja ele através de correspondência ou dos meios tecnológicos como o rádio, a televisão, a Internet, etc.

Apesar de parecer que o seu desenvolvimento é recente, o surgimento da EAD se deu há mais de um século. A partir do século passado, a EAD evoluiu bastante, passando por várias gerações (Moore & Kearsley, 1996).

Como mostra a figura 1, a primeira geração da Educação à Distância pode ser considerada o estudo por correspondência, no qual o principal meio de comunicação é composto pelos materiais impressos, geralmente guias de estudo, com experiências escritas ou outras tarefas que são enviadas pelo correio.

A segunda geração de EAD, surgiu com o aparecimento da primeira universidade aberta no início da década de 70. Nesta fase, além de ser usada a instrução por correspondência, iniciou-se também a utilização da ráiodifusão e dos programas gravados, especialmente aqueles que podiam ser transmitidos via rádio, televisão e gravadores cassetes. Esta característica desta segunda geração pode ser considerada como uma transição à terceira geração de Educação à Distância, a medida que os materiais dos cursos são distribuídos através da transmissão via televisão ou vídeo-tape, apresentando ainda uma interação por telefone, ou com distribuição e interação pelo mesmo canal, seja telefone, satélite, cabo, ou linhas de ISDN (Rede Digital de Serviço Integrado).

Os avanços nas tecnologias interativas e digitais, formaram a base da terceira geração de EAD. Nesta etapa de desenvolvimento deste modelo de educação, os educadores podem enviar o conteúdo de seus cursos aos estudantes situados em locais distantes, via televisão interativa, redes eletrônicas e sistemas multimídia baseados nos computadores.

A principal diferença entre a segunda e a terceira geração de EAD, está no fato de que na terceira geração é possível que educadores e estudantes possam estabelecer uma comunicação através de meios - como áudio, vídeo, texto e gráficos - considerados síncronos (tempo real) ou assíncronos (gravados).

Atualmente, pode verificar-se o desenvolvimento de uma quarta geração de Educação à Distância que combina os conceitos associados à sistemas eletrônicos para o suporte do desempenho do usuário (ferramentas, informações, treinamento, e consultoria) juntamente com sistemas de transmissão baseados em redes de computadores. Estes programas permitem que os usuários tenham acesso à treinamento, informações e suporte rápidos, através de uma comunicação com áudio, vídeo, texto ou gráfico, podendo ter características síncronas ou assíncronas, sendo fornecidos por computador ou por especialistas humanos.

Hoje em dia a Educação à Distância é empregada, primariamente, em certas situações, de forma a superar problemas de escala, como muitos estudantes e poucos professores; de custos, permitindo que os ônus sejam rateados por um maior número de pessoas; de raridade, quando se trata de um conhecimento dominado por poucos, mas que precisa ser rapidamente expandido; e de velocidade, onde o estudante poderá estipular o seu ritmo de aprendizagem. Uma nova EAD não se caracteriza apenas pela introdução de uma tecnologia nova aplicada à uma escola antiga, mas exige um esforço considerável de uma equipe composta por professores, técnicos, administradores e estudantes que tenham como objetivo comum o planejamento e a aplicação de um método realmente eficiente.

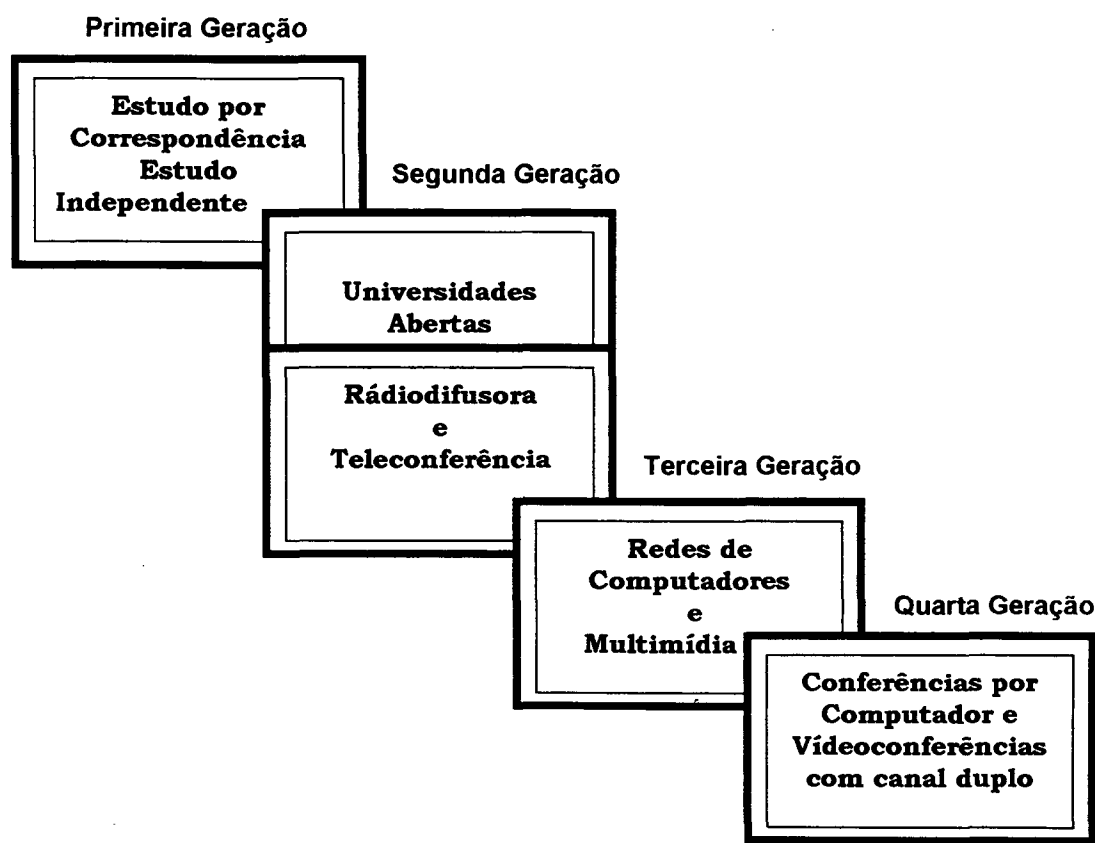


Figura 1 – Gerações da Educação à Distância

### **3.5. EVOLUÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE APRENDIZAGEM UTILIZANDO A RV**

#### **3.5.1. INTRODUÇÃO**

Uma forma de entender a evolução dos dispositivos de aprendizagem utilizando a realidade virtual, é a classificação desses dispositivos sintéticos em três tipos: objetos inteligentes, infra-estruturas de informação, e ambientes sintéticos compartilhados.

A categorização de ferramentas para aprendizagem, desta maneira, está baseada na relação entre os dispositivos que estão no meio circundante (Dede, 1995a, p. 1):

Objetos inteligentes são artefatos situados no contexto imediato que podem explicar-se a si mesmos e, atuar em combinação, ajudando o usuário a compreender o ambiente circundante. As infra-estruturas de informação são formas de extensão do sistema nervoso humano, de maneira que o usuário pode comunicar-se e aprender através da superação de barreiras como a distância e o tempo, explorando e contribuindo para a criação de arquivos remotos. Os ambientes sintéticos compartilhados são contextos inteiramente virtuais nos quais os usuários podem submergir, passando a fazer parte de uma realidade artificial.

Os estudantes podem submergir também em ambientes sintéticos distribuídos, não mais diante do computador, mas dentro dele, tornando-se “avatares”. Como “avatares”, crianças que não ouvem podem ouvir; as que não enxergam vêem, e os impossibilitados de se mover podem voar como os pássaros. Usando artefatos virtuais para construção de conhecimento pode-se ter uma aprendizagem cooperativa e prática.

Indo além das interações, mediadas tecnologicamente, entre estudantes e fenômenos do mundo real/virtual, um “avatar” é uma instanciação tecnológica dos próprios aprendizes, cujo corpo virtual obedece diretamente as mensagens da consciência. O melhoramento dos periféricos permite que os estudantes realizem uma interação típica com o mundo externo, o que abre aos educadores a possibilidade de modelar “magicamente” a natureza fundamental das experiências dos aprendizes no seu contexto físico e social (Dede, 1995a, p. 1).

Segundo Dede (1995), já é possível a imersão de aprendizes em mundos construtivistas distribuídos e sintéticos, através de modelos de “software” desenhados para esta simulação distribuída. Neles o estudante atua e colabora através da máscara de um “avatar”, a imagem de uma pessoa nesse mundo virtual.

A estimulação distribuída é um poderoso mecanismo educacional, o qual começou a ser desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, na década de 1980. Esta abordagem instrucional melhora a habilidade do estudante na aplicação do conhecimento abstrato. É uma educação situada num contexto virtual autêntico, similar aos ambientes nos quais as habilidades dos aprendizes serão empregadas.

Segundo Lévy (1996, p. 102), estão se estabelecendo as abordagens inspiradas na biologia, especialmente a abordagem denominada “darwiniana”. Acoplada ao seu ambiente a máquina darwiniana realiza uma seleção entre as novidades injetadas por um gerador de novidades. Pelo jogo dialético das mutações, das seleções e da transmissão dos elementos selecionados, as máquinas darwinianas arrastam consigo seus ambientes no caminho de uma história irreversível. As máquinas darwinianas encarnam a seu modo a memória dessa história.

Os sistemas capazes de desenvolver a aprendizagem não dirigida podem ser, junto com seus ambientes, simulados por computador. Os algoritmos genéticos, a computação evolucionária e os diversos sistemas de vida artificial, permitem imaginar que o software simbioticamente ligado ao meio tecnológico e humano do ciberespaço, poderia em breve representar o mais novo dos sistemas darwinianos capazes de aprendizagem e de autocriação.

Para motivar os estudantes, os professores podem estruturar experiências de aprendizagem que facilitem a aquisição de novas idéias, permitindo o estudo e a pesquisa num campo constituído de situações intrigantes e desafiadoras.

### 3.5.2. TECNOLOGIA INFORMACIONAL

As tecnologias de informação, segundo Dede e Lewis (1995, p. 10), compreendem seis categorias, são elas:

- Computer Based Training (CBT), treinamento baseado em computador e Computer Assisted Instruction (CAI), instrução assistida por computador;
- Intelligent Tutoring and Coaching System (ITS), sistemas tutoriais inteligentes e Intelligent Computer Aided Instruction (ICAI), instrução inteligente auxiliada por computador;
- Multimídia e Hiperídia;
- Computer Supported Collaborative Learning (CSCL), aprendizagem colaborativa suportada por computador;

- Modelagem e Simulação;
- Computer Based Learning Enablers, facilitadores de aprendizagem baseados em computador.

O CBT, a CAI e outros com denominações similares, referem-se a aplicações educacionais em que, predominantemente, se focaliza a tutoria e a pedagogia do exercício e da prática. A ênfase está na apresentação do material para a aprendizagem, supervisionando-se a compreensão através do controle do comportamento do estudante, na observação das tarefas que este executa. Da resposta dos alunos, pode-se partir para apresentações adicionais ou práticas apropriadas.

Os ITS e a CAI substituem, dentro da tecnologia educacional, as habilidades cognitivas de um professor (Dede, Lewis, 1995, p. 11). Justifica-se quando, sendo conveniente transmitir o conhecimento ao aluno, também interessa que este o incorpore e que uma avaliação seja realizada, tudo isto dentro de um mundo amigável (Galvis, 1992, p. 249).

As estratégias empregadas nesse tipo de aplicação educacional estão baseadas em idéias do campo da Inteligência Artificial. As aplicações ITS e CAI contêm modelos dinâmicos do aprendiz, do conhecimento pedagógico a ser ensinado, e do discurso pedagógico. O sistema compreende quem, o que, e como será ensinado.

Em um ITS clássico, o material apresentado para o aprendiz é interativamente modelado de forma dinâmica, e gerado pelo sistema em tempo real, em contraste com o CBT, que é caracterizado por um repertório pré-definido de janelas.

Em multimídia e hipermídia, o designer desenvolve o material que será apresentado e a rota através deste; mas cabe ao aprendiz selecionar a rota a seguir. Avanços na tecnologia multimídia permitem apresentar explicações gráficas ou textuais.

Na aprendizagem colaborativa suportada por computador, CSCL, estão incluídas uma variedade de idéias no campo de trabalho cooperativo. Os “groupware” facilitam a performance da equipe. O projetista do material educativo cria um conjunto de objetos, ou ferramentas, interrelacionados. Com a supervisão de um professor, os aprendizes utilizam esse conjunto de ferramentas para desenvolver um modelo mental compartilhado, enriquecido pelas múltiplas perspectivas, ou executam tarefas que demandam habilidades e conhecimentos complementares, de membros da equipe.

A modelagem e a simulação permitem aplicações que refletem a realidade, possibilitando a construção de ambientes sintéticos, com interfaces de imersão, que possibilitam ao estudante a imersão em mundos virtuais alternativos.

Uma tecnologia emergente, a simulação distribuída, permite que várias pessoas, localizadas em lugares diferentes, habitem e formem um ambiente sintético comum. Isto permite criar uma série de aplicações educacionais, como por exemplo laboratórios, hospitais e cidades virtuais.

Em qualquer tipo de simulação, o projetista deve criar uma situação de aprendizagem na qual o conhecimento a ser adquirido esteja implícito e contextualizado. Este deve ser absorvido pelo estudante através da reflexão sobre os resultados de sua interação com o ambiente sintético.

As ferramentas baseadas em computador denominadas facilitadores de aprendizagem incluem os sistemas de projeto assistido por computador, CAD, os agentes inteligentes para realizar tarefas, os “webcrawlers” para pesquisar na Internet e as ferramentas de visualização de dados.

Todas essas ferramentas permitem vários tipos de inteligência distribuída, nas quais o aprendiz é deixado em liberdade, para focalizar nos conceitos e habilidades a serem adquiridas, através das ferramentas que assumem parte da carga cognitiva. Em todos os facilitadores de aprendizagem baseados em computador, o projetista cria uma ferramenta que complementa alguns aspectos da cognição humana.

## **CAPÍTULO 4 - A MULTIMÍDIA E AS FERRAMENTAS DE AUTORIA**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

#### **4.1.1. MULTIMÍDIA E MULTIMÍDIA INTERATIVA**

O termo “medium” é definido por Blattner & Dannenberg (1992), como um veículo de informação. Um papel impresso, por exemplo, é um meio. Outros tipos de meios incluem vídeo e áudio. Um meio nem sempre tem uma forma física específica, por exemplo no caso das mensagens eletrônicas, elas podem ser consideradas como sendo um meio, além disso, elas podem existir como dados em disquetes, como ondas de luz viajando através de fibra ótica ou como dados armazenados na memória de um computador.

Um sistema de computador multimídia é capaz de ter entrada e saída para mais de um tipo de meio. Tipicamente esse termo é aplicado aos sistemas que suportam mais do que um meio de saída física, tal como um “display” do computador, vídeo e áudio. Ocasionalmente, o termo multimídia é usado para se referir à combinação de textos e imagens na tela do computador. Embora textos e imagens sejam formas distintas de veículos de informação, esse uso da multimídia não é apropriado. Afinal de contas jornais e revistas impressas possuem textos e imagens e não são consideradas publicações multimídia (Blattner & Dannenberg 1992).

O termo medium pode também referir-se aos dispositivos de entrada tais como o teclado, o mouse, o microfone e a câmera, ou outro sensor. Com respeito à entrada no computador, multimídia então se refere à capacidade de múltiplos dispositivos de entrada para interagir com um sistema computacional (Blattner & Dannenberg 1992).

De maneira geral, a multimídia pode ser definida como uma apresentação organizada, composta de textos, vídeos, sons, gráficos, desenhos, locuções, trilha sonora e animações (inclusive animações em três dimensões). A combinação destes elementos permite uma comunicação mais efetiva, onde a interatividade do usuário com o computador passa a ser o grande diferencial entre esta forma de comunicação e informação, e os outros meios convencionais como a televisão, o rádio, os livros, as revistas e o cinema.



Na multimídia interativa, o usuário tem a chance de controlar o fluxo das informações, a medida que interage com o meio de informação.

Podemos exemplificar citando o caso do cinema, que é um meio de comunicação sem possibilidades de interação, onde as informações possuem apenas uma direção e o espectador não pode alterar o fluxo das informações, podendo apenas acompanhar ou não as cenas apresentadas.

Hoje em dia quando falamos em multimídia, imediatamente associamos a ela o uso dos computadores, já que estes representam a ferramenta mais prática e completa de preparação de uma apresentação de multimídia interativa.

#### 4.1.2. HIPERTEXTO E HIPERMÍDIA

A história dos sistemas hipermídia pode ser traçada das idéias de Vannevar Bush (1945), que descreveu um sistema conceitual para a associação de informações.

Durante os anos 60, Ted Nelson (1967) iniciou um projeto em larga escala chamado “Xanadu”, que resultou, em 1974, na invenção do termo hipertexto. Doug Engelbart (1968, *apud* Preece, 1994) produziu o primeiro Sistema Hipertexto Operacional. Durante os anos 80, surgiram alguns produtos de hipertexto que foram comercializados, como o “Guide” para computadores pessoais e o “HyperCard” da Apple.

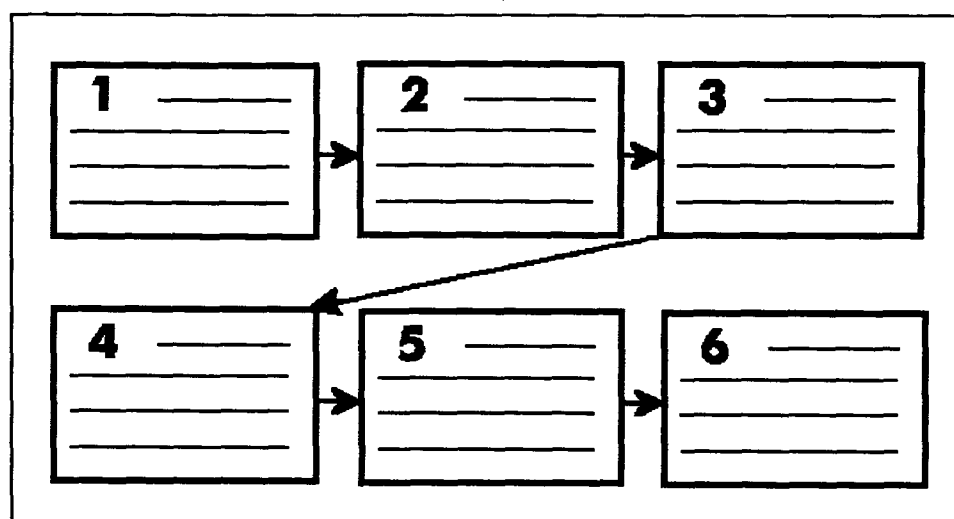


Figura 2 – Organização de um texto tradicional dividido em seis páginas.

Um livro segue um arranjo linear, estruturado hierarquicamente em tópicos ou capítulos. Em estruturas mais gerais, do tipo associativo, pode-se ter muitos caminhos possíveis ao usuário. A hipermídia pode combinar ambas as estruturas: hierárquicas e associativas.

Para entender-se o que vem a ser hipermídia deve-se primeiro definir o que é um hipertexto. O hipertexto possui uma estrutura completamente diferente do texto tradicional.

A estrutura do texto tradicional, como representado na figura 2, possui uma característica sequencial marcante, devendo ser lido numa cadeia linear simples, iniciando pela página um, passando em seguida para a dois e assim sucessivamente até o seu final.

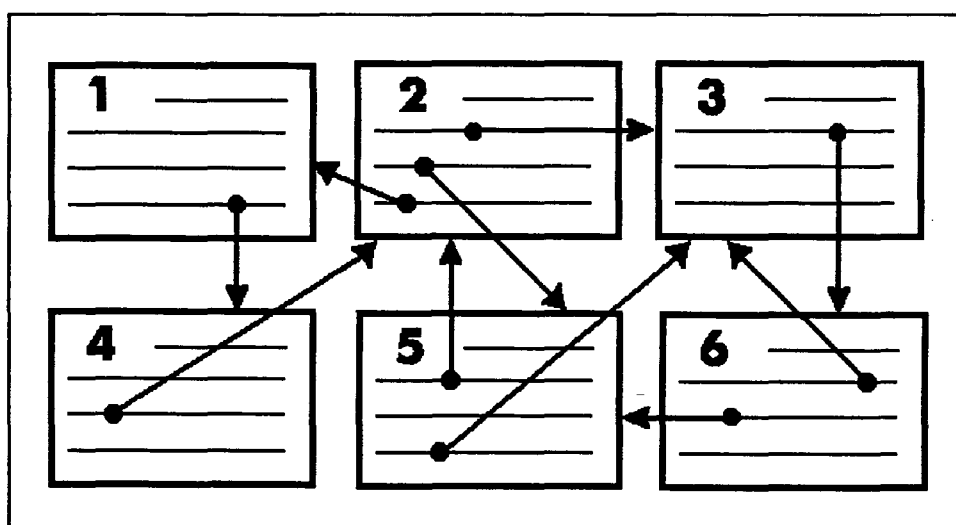


Figura 3 – Visualização da estrutura de um pequeno hipertexto, contendo seis nós e dez “links”.

Já o hipertexto, tendo como exemplo o desenho apresentado na figura 3, não pode ser considerado sequencial, pois não existe uma ordem a ser seguida para a sua leitura, apresentando várias opções para os leitores. Além de não ter um comportamento sequencial, o hipertexto pode conter palavras que além da sua função normal, podem ser consideradas como formas de acesso a novas informações, muito mais abrangentes e completas, podendo tratar do próprio texto ou da palavra em questão. Estas palavras que servem de ponto acesso à outras informações relacionadas com a mesma, podem ser consideradas como “links”, ou podem ser especificamente classificadas, por se tratar de palavras, como “hotwords”.

A hipermídia pode ser considerada como uma combinação do hipertexto com multimídia, apesar de alguns estudiosos ainda preferirem utilizar os dois termos, hipermídia e hipertexto, indistintamente.

As características relativas à estruturação associativa da hipermídia são:

- Uma rede de objetos de informação reunidos através dos nós;
- Um conjunto de “links” que criam relações entre os nós de informação;
- Ferramentas de autoria que permitem aos usuários construir “links” e nós de informação;
- Facilidades existentes nas janelas, que permitem aos usuários visualizar um ou mais objetos da rede. As janelas de um “browser” permitem aos usuários ver não só a estrutura hierárquica mas também as associações da rede hipermídia.

Essencialmente, a hipermídia é a associação de nós de informação, conectados uns aos outros por meio de “links”, para formar redes de informação similares ao hipertexto. Diferentemente, porém, de um hipertexto, os nós podem conter tipos de informações representadas através de diversos tipos de mídias, como: vídeo, áudio, animação, textos e gráficos. A hipermídia integra as diversas formas de mídia numa rede de informação não sequencial.

Há, ainda, uma distinção adicional, entre os tipos de sistemas de apresentação da informação quanto aos seus atributos: a mídia que varia no tempo, “time-varying media” em inglês, ou como é popularmente conhecida, a mídia dinâmica; e a mídia que usa telas estáticas, “still-frame media” ou mídia estática. Os sistemas de apresentação que variam no tempo usam as mídias dinâmicas, como por exemplo: som, vídeo e animação, e os sistemas estáticos usam apenas textos e imagens.

#### **4.2. A INTERAÇÃO COM O USUÁRIO NO CONTEXTO DA HIPERMÍDIA**

Uma das atividades mais importantes no processo de interação com o usuário no contexto da hipermídia é a de “browsing” ou de busca, procura, como podemos denominar em português.

Pode-se definir o “browsing” como a atividade de folhear despreocupadamente, livros, revistas e jornais à procura de informações interessantes (Glenn & Chignell, 1992).

No contexto da hipermídia, o “browsing” é o termo usado para descrever a navegação entre nós de informação organizados numa estrutura de rede. Esta navegação depende de um usuário ativo, que escolhe qual o próximo nó que será visitado por ele durante a navegação, e assim sucessivamente sempre que houver um menu de opções de “links” da estrutura de rede.

O “browsing” requer um modo de tomada de decisão que geralmente não está disponível nos livros que são lidos em ordem seqüencial. Na hipermídia deve-se escolher a ordem, ou o caminho pelo qual se vai obter as informações. Essa característica coloca o usuário numa posição ativa e de maior responsabilidade, na medida em que ele tem que estar atento à estrutura do aplicativo (Waterworth & Chignell, 1989).

Os mapas e as ferramentas de “browsing” fornecem uma assistência adicional durante a navegação hipermídia. Entretanto, quando se projeta um aplicativo hipermídia, deve-se libertar da limitada noção de que a hipermídia é simplesmente uma ferramenta de “browsing” associativo. A hipermídia é, de fato, um princípio de estruturação de informações que pode ser aplicado de diferentes maneiras (Glenn & Chignell, 1992). Quanto a questão do projeto de hipermídia, esses dois pesquisadores identificam os seguintes objetivos:

- Produzir informações imediatamente acessíveis;
- Produzir “links” para as informações mais significativas para o usuário;
- Permitir que o aplicativo possa ser entendido por muitas pessoas.

A importância do “browsing” na hipermídia está na tentativa de remover um pouco do processo de questionamento e da própria formulação de questões geradas pelo usuário no momento em que ele se depara com um índice.

Na hipermídia, as tomadas de decisões pelo usuário são guiadas pela realização de associações de idéias que a memória humana processa antes da escolha do caminho a percorrer.

### **4.3. FENÔMENOS COGNITIVOS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE “BROWSING”**

#### **4.3.1. INTRODUÇÃO**

O termo “browsing” está sendo genericamente usado para descrever o processo de busca de informações. No entanto, há uma diferença entre as tarefas de pesquisa quando o alvo não é conhecido anteriormente e quando o alvo da pesquisa é pré-definido.

Quando se conhece, de antemão, o alvo, o processo é denominado de “quering”, sendo o “browsing”, a pesquisa cujo alvo não é previamente determinado (Glenn & Chignell, 1992).

Apesar desta distinção, o termo “browsing” continuará sendo referenciado como o processo de leitura em hipertexto.

#### 4.3.2. RECUPERAÇÃO DA MEMÓRIA

Segundo Glenn & Chignell (1992), há vários fenômenos cognitivos que podem influenciar no processo de leitura em hipertexto, mas somente alguns desses fenômenos, os que mais se destacam, serão considerados.

O primeiro é a recuperação da memória. Estudos como o de MacGregor (1987), *apud* Glenn & Chignell, (1992) sugerem que a otimização da eficiência numa estrutura de trabalho conduzem à capacidade de armazenamento de cinco ou sete elementos. Este mesmo autor sugere também que um número relativamente baixo de possibilidades de “links” podem ser armazenados na memória de trabalho durante as decisões de “browsing”.

A capacidade humana de armazenagem vai depender do nível de familiarização do usuário com relação ao assunto que faz parte do conteúdo do sistema de recuperação da informação multimídia. Os mais envolvidos no assunto irão criar estratégias de memorização mais eficientes, como por exemplo, as associações semânticas, que incluem a utilização de metáforas e metonímias. Os novatos no assunto, terão mais dificuldade de memorização, já que o seu entendimento prévio sobre o conteúdo é menor, sendo a sua estratégia de memorização menos eficaz. Na medida em que os novatos vão se familiarizando com o assunto, sua compreensão topográfica vai se formando e o uso de estratégias de memorização por meio de associações semânticas vai se tornando mais eficaz.

#### 4.3.3. OS ESTÍMULOS NA MEMÓRIA DE TRABALHO

Um outro aspecto relevante é a forma de funcionamento da memória associativa. Atualmente pode-se afirmar que na memória humana ocorrem dois processos diferentes, porém inatos do ser humano: o primeiro é explicado pela teoria da ativação, “spreading activation”, e o segundo é explicado pela teoria das dicas de recuperação, “retrieval-cue” (Doshier & Rosedale *apud* Glenn & Chignell, 1992).

A teoria da ativação considera a memória como uma árvore de natal. Quando um certo ponto da árvore é ativado, a luz se propaga de forma que, quanto mais perto da árvore mais energizado fica um determinado nó.

A principal questão que esses autores colocam é: uma categoria conceitual, implicada pela informação ou questão alvo, pode servir como um estímulo para que se escolha o “link” apropriado durante o “browsing” hipermídia ?

Se a resposta a esta questão for afirmativa, entender o estímulo pode auxiliar o desenvolvimento de ferramentas de “browse”.

#### 4.3.4. A EFICIÊNCIA DA DICA DE RECUPERAÇÃO

O contexto nos quais os itens estão armazenados é um importante determinante da eficiência de uma dica de recuperação, afirma Anderson & Milson (1989) *apud* Glenn & Chignell (1992).

Se a hipermídia pode ser vista como um tipo de “memória associativa externa” então o contexto fornecido por um grupo de “links” de um nó pode também auxiliar ou impedir a recuperação da informação, dependendo do tipo de dica.

Glenn & Chignell (1992) sugerem então que: os “links” deveriam ser escolhidos de forma a maximizar a chance de discriminação da opção apropriada entre as eventuais escolhas, com base nas dicas dadas dentro do contexto.

Entretanto, ainda é prematuro afirmar que haja uma exata correspondência entre a recuperação da memória e as tarefas de “browsing”. O fato é que o estudo do “insight” dentro dos processos de recuperação de memória pode gerar hipóteses e paradigmas úteis para a investigação do processo de leitura em hipermídia.

#### 4.3.5. O “BROWSING” ATRAVÉS DE ESTRUTURAS SIMBÓLICAS

Lynch (1960), *apud* Glenn & Chignell (1992), realizou um estudo sobre as cidades do ponto de vista de suas imagens e concluiu que há padrões de símbolos facilmente reconhecíveis pelas pessoas. Além disso, as pessoas podem organizá-los dentro de um arranjo inteligível (Lynch, 1960; Glenn, 1983, 1985). Os viajantes utilizam não só características visuais, como também cognitivas, para navegar. Tais características, segundo Glenn & Chignell (1992) são descritas como:

- Caminhos: são os canais pelos quais o viajante se movimenta;
- Margens: são os elementos que delineiam as áreas;
- Distritos: são características que distinguem as áreas das cidades;
- Nós: são os focos estratégicos, lugares onde os caminhos se cruzam ou mudam de direção;
- Landmarks: são os elementos proeminentes, os quais chamam a atenção, dentro do espaço urbano. As características desses elementos são a sua singularidade e o seu contraste com o fundo.

#### 4.3.6. A TOMADA DE DECISÃO NO “BROWSING” HIPERMÍDIA

O “browsing” é fundamentalmente um processo que antecede tomadas de decisões pelos usuários, pois a ação que se sucede durante esse processo é a de escolha de qual o nó será acessado em cada tela.

No caso da hipermídia, há um grande grau de incertezas quando se decide quais os caminhos a serem percorridos. A noção de movimentação em direção a um conceito alvo é sempre incerta quando ainda não se tem em mente a estrutura da rede a ser percorrida. Além disso, essa ação parece ser precedida por heurísticas. Este tipo de incerteza será reduzida à medida que o usuário toma mais conhecimento sobre uma parte particular do hipertexto.

Algumas heurísticas podem ser usadas para guiar o processo de “browsing”. Glenn & Chignell (1992) apresentam algumas delas das quais somente as mais importantes são descritas:

- Similaridade com o alvo: baseado nas análises de meio-fim (Newell & Simon, 1972), onde a ação de navegar através de uma rede voltada para um conceito alvo pode ser entendida como um processo de aproximação sucessiva, e onde cada passo é dado no sentido de diminuir a distância (semântica ou sintática) entre o estado em que se está e aquele desejado. A aplicação dessa heurística segundo Glenn & Chignell é um tipo especial de modelo de tomada de decisão;
- Movimentação através de “links” hierárquicos: uma estratégia no “browsing” é selecionar um exemplar da categoria que parece estar relacionada ao conceito alvo, tal como em uma rede semântica;
- Movimentação para conceitos familiares: as pessoas geralmente preferem pisar em terreno conhecido. Quando há uma dúvida, os usuários adotam uma heurística “default” de

movimentação ao que lhe parece mais familiar. Segundo Glenn & Chignell, a heurística de movimentação aos conceitos familiares é frequentemente utilizada nestas situações;

➤ Movimentação para conceitos importantes: esta heurística pode ser implementada quando se tem uma medida global da importância de cada nó. De acordo com essa heurística, o próximo nó pode então ser selecionado como aquele que tem a maior importância, ou seja, cuja figura mais se sobressai sobre o fundo;

➤ Estratégias híbridas: é improvável que os usuários empreguem, sempre, estratégias simples para a escolha do próximo nó durante o “browsing” hipermídia. Os usuários podem se desviar das estratégias simples dependendo dos tipos de nós que estejam disponíveis para a seleção. Por exemplo, se eles estão procurando um nó que tem alta similaridade com o alvo e ele não está disponível então pode-se tentar escolher um nó que pertence a uma categoria conceitual similar.

Além de desviar-se das estratégias simples, também pode-se misturar as estratégias dentro de uma mesma tomada de decisão, combinando-as. Conclui-se então que as tomadas de decisões estão baseadas numa soma de heurísticas ou mesmo, em algum princípio de combinação delas (Glenn & Chignell, 1992).

#### 4.3.7. O CONCEITO DE DISTÂNCIA EM HIPERTEXTOS

Um dos problemas no projeto da ferramenta de busca, envolve a função do “browsing” não linear, sendo que o ideal é que ela também pudesse emular as estruturas de informação lineares, como os livros.

Por exemplo, o conceito de distância, de quanto falta ser lido e quanto já foi lido é uma característica importante de orientação disponível para leitores de livros. Um leitor sabe onde ele está em relação ao início ou ao fim do livro, ou quanto se está próximo ou distante de uma seção. Tal conceito de distância é perdido no hipertexto.

Como a maioria dos leitores têm essa experiência, a distância entre as páginas não tem necessariamente uma relação direta com a distância no tempo de leitura. Um capítulo curto de um livro pode ser de difícil leitura e portanto levará mais tempo para ser lido do que um capítulo longo mas que contenha mais informações familiares a quem o lê, podendo ser somente folheado.



Esta característica, apesar de parecer insignificante, necessita ser transposta para a hipermídia, pois ela fornece um auxílio ao usuário com relação a sua orientação no contexto geral da rede de informação.

Muitas vezes os usuários se sentem perdidos no meio de tantas telas, sem saber onde começa e onde termina a história, se estão no meio, no início ou no fim. “Quando se navega num espaço de informações complexo, não há, geralmente, como se saber o quanto de um banco de dados em particular já foi visto ou de como se chegar aos tópicos que ainda não foram examinados” (Glenn & Chignell, 1992). O conceito de distância deve estar presente na hipermídia e isso só é possível através de um “browse” do tipo mapa que forneça uma estrutura geral do aplicativo contendo a localização do usuário. No programa multimídia desenvolvido nesta dissertação, o SIMLETEC, utilizou-se a figura de uma planta baixa da residência para a minimização deste problema. Através dela, o usuário pode visualizar todo o ambiente onde irá interagir, facilitando assim a sua localização dentro do contexto geral do sistema.

#### **4.4. MICROMUNDOS**

O programa Micromundos pode ser considerado como uma ferramenta educacional orientada a objeto, apresentando versão em português, e cuja proposta possui uma fundamentação na linguagem de programação Logo. Como características positivas deste software, pode-se citar o fato de ser um sistema aberto e com uma interface amigável, permitindo uma fácil interação do usuário com a máquina.

A estrutura do Micromundos permite a interação com o conhecimento dentro de uma visão construtivista, tornando-o um software educacional metodologicamente adequado ao desenvolvimento de projetos pedagógicos e abrangente, pois não se observa restrições quanto ao seu uso nas mais diversas áreas do currículo escolar.

O aluno, usuário do Micromundos, pode criar e resolver situações-problema, colocando-se diante de desafios num ambiente que visa a construção de projetos utilizando as ferramentas disponíveis, como centro de desenhos, centro de figuras, tartarugas, músicas e sons, além dos comandos da linguagem Logo. O funcionamento de todos os projetos gerados por este software baseiam-se no processamento em paralelo, o que possibilita a execução de várias ações simultâneas a partir dos objetos utilizados.

#### **4.5. SUPERLINK**

O Superlink é uma ferramenta de autoria em multimídia, onde pode-se desenvolver os próprios documentos de multimídia, através da criação das chamadas pastas. Dentro destas pastas podem ser inseridas uma ou mais páginas que irão compor a apresentação multimídia. Nas páginas pode-se utilizar vários objetos que irão ser visualizados pelo usuário do produto multimídia. Estes objetos a serem introduzidos nas páginas, podem ser do tipo: campo (uma ou mais linhas de texto); figura (um arquivo de figura no formato: BMP, PCX, JPG, GIF, etc.); botão (objeto que ao ser clicado inicia uma ação); mídia (arquivo de áudio CD, vídeo AVI, vídeo sobreposto, etc.).

#### **4.6. DIRECTOR (MACROMEDIA)**

Este software é uma ferramenta para produções multimídia, que incluem desenho, gráficos, animação, e vídeos, além de textos e sons.

O Director foi idealizado para trabalhar com um ambiente organizado em “frames”, como se fosse um vídeo. Os elementos que serão utilizados devem ser arrastados para um dos frames, na sequência cronológica de execução. Cada frame pode suportar múltiplos eventos, como por exemplo botões, textos e transições de cena.

Na versão 6 do Director, uma das novidades são os chamados “sprites”, objetos que podem ser animados independentemente dentro de um documento. Também é possível utilizar filtros compatíveis com o “software Adobe Photoshop” e transformar todo o trabalho num arquivo “AVI”. Outra função poderosa é o “Shockwave”, que permite que aplicações criadas no Director sejam visualizadas na Internet.

A linguagem de programação utilizada no Director chama-se Lingo, que é semelhante ao Basic e possui muitos recursos. É uma linguagem relativamente fácil, principalmente se for utilizada em aplicações de pouca interatividade. Porém, é nos projetos complexos e trabalhos profissionais que este “software” mostra as suas grandes qualidades, como criação de programas educativos, apresentações e animações para a Internet.

O Director é uma ferramenta de autoria que pode ser utilizada tanto em ambiente Windows como também no Macintosh.

## **4.7. MULTIMÍDIA TOOLBOOK**

### **4.7.1. HISTÓRICO**

A primeira versão do Toolbook foi criada em maio de 1990 pela Asymetrix Corporation, para ser utilizada no Windows 3.0. O Toolbook é descrito pelo próprio fabricante, a Asymetrix, como uma ferramenta de construção de software para ser usada como ambiente de desenvolvimento de aplicativos para o Microsoft Windows. Deve-se ressaltar aqui que, nesta época o Windows 3.0 não possuía ainda as extensões multimídia, que só foram incorporadas a ele em 1992.

Em 1992 a Asymetrix lançou a versão 1.5 de forma que o Toolbook pudesse utilizar as extensões multimídia do Windows. Até a versão 1.53, foram introduzidas poucas alterações.

Em meados de 1994, foi lançada a versão 3.0 do Toolbook, sendo mantida a mesma filosofia, ou seja, a metáfora do livro, embora já com inúmeros recursos acrescentados e uma performance sensivelmente melhor. Logo a seguir, surge o Multimedia Toolbook 3.0 que oferecia todos os recursos do Toolbook 3.0, além de uma otimização de códigos para o tratamento de elementos complexos de multimídia. Nesta versão, os novos recursos e objetos (gerenciador de clips, gerenciador de objetos, suporte para animação, edição de vídeo, etc.) vieram trazer funcionalidade e facilidade de uso para a multimídia.

No final de 1994, a Asymetrix lança o Multimedia Toolbook 3.0 – Edição CBT, que incorporava características importantes para o desenvolvimento de aplicações de treinamento informatizado. Com o recurso de Course Management System, CMS, os autores são guiados através de livros especialistas, reduzindo o tempo de desenvolvimento e permitindo não só a criação dos mais diversos tipos de aplicativos de treinamento (tutorial interativo, simulação de provas, treinamento empresarial, etc.) como também acompanhamento do desempenho dos alunos.

Em 1996, foi lançada a versão 4.0 do Multimedia Toolbook, que fornecia diversas ferramentas necessárias à criação de aplicações gráficas que combinam interatividade, manipulação de textos e dados, em conjunto com gráficos, animação, áudio e vídeo.

Em seguida a Asymetrix atualiza seu produto, lançando no mercado o Multimedia Toolbook II - versão 5.0.

#### 4.7.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Multimedia Toolbook é considerado um ambiente de desenvolvimento orientado a objetos que possui ferramentas sofisticadas e uma linguagem de programação clara e poderosa - o “OpenScript”.

O Toolbook utiliza a metáfora de um livro para definir um aplicativo. Uma aplicação do Toolbook consiste de arquivos que se chamam livros. Um livro consiste de páginas e fundo, “background”. As páginas contém campos de texto, imagens, botões e gráficos entre outros itens, que são os objetos. Cada página pode ter diferentes objetos responsáveis pela ligação, “link”, entre elas. Um “link” pode ser criado a partir de um botão ou através de uma “hotword”. “Hotword” é um campo ou palavra destacada dentro de um texto, que, após ter sido selecionada através de um clique no botão do mouse, no modo leitor, permitirá a visualização de uma nova página. No Toolbook existem dois níveis de trabalho, o modo autor e o modo leitor.

#### 4.7.3. NOVAS CARACTERÍSTICAS DO TOOLBOOK II - VERSÃO 5.0

O Toolbook II Publisher apresenta muitas características novas em relação a versão anterior, pode-se citar as seguintes:

1) Centro de Aprendizagem:

O centro de aprendizagem oferece acesso instantâneo à livros e ajuda on-line, tutoriais do ToolBook II, utilitários, e exemplos de aplicações.

2) Exportação de livros no formato HTML para acesso via Internet:

Uma vez criado um livro no ToolBook II, este pode ser exportado como um conjunto de páginas HTML para distribuição na Internet. Desta forma o produto criado poderá atingir um número bem maior de pessoas.

3) Qualquer objeto do ToolBook II pode ser um “hyperlink” para uma URL:

Qualquer objeto colocado numa página do ToolBook II, poderá ser habilitado para iniciar um contato na Web, acessando um site na Internet após o comando ter sido dado, bastando para isso dar um clique no botão do mouse.

4) Cópia de arquivos HTML para um servidor usando o novo utilitário de FTP:

Uma vez que tenham sido criadas páginas HTML, estas poderão ser transferidas para um servidor na Internet. O novo utilitário de FTP permite que isto seja feito pelo usuário. O utilitário poderá ser usado como uma aplicação única ou como um livro sistema. O utilitário pode ser usado nele mesmo, usando esta interface simples para transferir arquivos ou pode ser usado como um livro sistema para executar transferências usuais utilizando as funções “OpenScript” para FTP.

5) Utilização de telas de fundo com formas geométricas para incrementar páginas da Web:

Muitas páginas da World Wide Web usam telas de fundo com desenhos geométricos para mostrar o conteúdo sobre um fundo atrativo. O ToolBook II oferece opções de desenhos para as páginas da Web e para os livros criados no ToolBook II.

6) Possibilidade de utilização de gráficos GIF e JPG para a criação de páginas da Web:

Os gráficos GIF e JPG são os formatos gráficos mais utilizados na Internet. A opção exportar do ToolBook II com característica HTML, exporta automaticamente gráficos no formato apropriado (o GIF é o “default”; o JPG é usado para 256 ou mais cores).

7) Podem ser utilizados nomes extensos de arquivos:

Caso seja necessário usar uma caixa de diálogos “Open file”, com a possibilidade de conter nomes de arquivos compridos, pode-se usar a função “OpenFileDialog32()”. Sua sintaxe é idêntica a da função “OpenFileDialog()” para facilitar o uso.

8) Acesso à funções de 32-bit:

A estrutura de controle LinkDLL32 torna possível a passagem para DLLs de 32-bit através de “OpenScript”. Estão disponíveis também, as funções adicionais Dialog e Dos. O 32-bit APIs encontrado no novo TB50F32 DLL possui a mesma sintaxe do seu correspondente de 16-bit.

## **CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MULTIMÍDIA - SIMLETEC**

### **5.1. OBJETIVOS DO SISTEMA**

O objetivo básico do programa de simulação desenvolvido foi o de obter-se um ambiente multimídia, favorável ao aprendizado dos conceitos ligados à Eletricidade, utilizando como base uma instalação elétrica residencial, onde as várias telas do software procuram recriar o espaço de uma residência. Foram escolhidas as dependências mais comuns de uma residência unifamiliar de um pavimento, como a sala, o quarto, a cozinha, o banheiro e a circulação, além da entrada e dos fundos da casa, onde encontra-se também a varanda. Esta residência pode ser explorada através da navegação pelas diversas telas que simulam o ambiente residencial, dando ênfase a sua instalação elétrica, ao mesmo tempo que são analisados alguns equipamentos eletro-eletrônicos que podem ser ligados e desligados.

O usuário, poderá simular diversas situações, praticando e ao mesmo tempo analisando os resultados provenientes das respostas fornecidas pelo sistema. Neste ponto o aluno passa a interagir com o sistema podendo alterá-lo, de forma a garantir o funcionamento correto da instalação, a partir de mudanças nos dados de entrada. Este ajuste poderá ocorrer através de alterações na tensão elétrica de entrada, na potência das lâmpadas e das tomadas selecionadas, na tensão elétrica das lâmpadas, na tensão nominal dos eletrodomésticos, ou nos valores das seções transversais dos condutores utilizados. Porém, restrições serão impostas pelo sistema, de forma que as situações não permitidas por norma estejam sujeitas a mensagens de erro ou demonstrações de falhas na instalação elétrica da residência, evitando assim que o aluno possa obter informações errôneas.

Pretende-se através deste programa, estimular o usuário a buscar novas possibilidades dentro do sistema e até mesmo fora dele, despertando a sua curiosidade diante do que lhe está sendo apresentado. Tentou-se utilizar formas e ferramentas de motivação, dentro da multimídia interativa, a fim de tornar o estudo, aqui representado por assuntos relacionados com a área de Eletrotécnica, uma tarefa cada vez mais interessante e gratificante.

## **5.2. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA**

### **5.2.1. O DESENVOLVIMENTO DO SIMLETEC**

Pode-se dividir a metodologia de desenvolvimento de sistemas multimídia em três partes:

- Metodologia de concepção;
- Metodologia de produção;
- Metodologia de avaliação

Dentro da metodologia de concepção, nesta dissertação procurou-se fazer uma análise inicial da demanda, a partir da identificação e caracterização do público alvo de usuários, sendo fundamental o levantamento de suas características como formação, nível de familiarização com o uso de computadores, contexto do trabalho, modelo mental e necessidades básicas, onde inclui-se o tipo de informação a ser repassada a estes usuários.

Na etapa seguinte, a análise passou a focalizar-se no sistema homem-tarefa, no conhecimento a respeito do que o usuário deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização (Fialho, Santos, 1995). O objetivo passou a ser o transporte do domínio da tarefa no mundo real para o sistema multimídia SIMLETEC, que seria desenvolvido.

Como próxima etapa fez-se a análise de mídias, considerada uma das mais importantes dentro do contexto produtivo de sistemas multimídia. Nesta etapa, foram identificadas e analisadas todas as informações necessárias na apresentação multimídia, como imagens em forma de gráficos e fotos, ou mesmo as animações que poderiam ser utilizadas na apresentação dos tópicos do sistema. Buscou-se uma harmonia entre as diversas mídias a serem inseridas no sistema, de forma a representar da melhor maneira possível todo o conteúdo que compõe o sistema multimídia SIMLETEC. Poderia-se usar locuções juntamente com as descrições de certos procedimentos operacionais existentes neste sistema, mas optou-se por textos nestas descrições.

Além da preocupação com os tópicos e com as mídias que foram inseridas neles, ainda procurou-se relacionar e estruturar os tipos de assuntos de cada tópico, associando-os e montando os chamados diagramas de estados. Os diagramas de estados são representações em forma de grafo, onde pode-se ter uma visão geral do sistema multimídia, com as ligações entre as telas componentes e os tipos de mídias que serão utilizadas na representação a partir destas telas. Cada nó dos diagramas de estados corresponde a uma tela do sistema, podendo-se então

representar todas as possíveis conexões entre os tópicos, respeitando-se a lógica do relacionamento entre os diversos assuntos envolvidos.

Antes de iniciar o desenvolvimento da sequência de telas do sistema, definiu-se a linguagem visual a ser utilizada. Buscou-se uma linguagem que estivesse diretamente relacionada com o perfil da população alvo de usuários, com o assunto principal do sistema multimídia e com o seu objetivo. No SIMLETEC, os “links” geralmente foram obtidos através da utilização de botões, efetuando a ação quando acionados, porém, blocos de textos e figuras também foram utilizados para este fim. O texto pode ser considerado mais eficiente do que as imagens e figuras na transmissão de informações precisas, mas as figuras, os ícones e as mídias que variam no tempo, como a animação, o vídeo e o som são mais facilmente armazenadas e recuperadas pela memória de trabalho dos usuários.

No caso do sistema multimídia SIMLETEC, foram utilizados vários tipos distintos de objetos, a fim de funcionarem como “links”, como por exemplo botões e textos, assim como também desenhos de objetos como portas, setas, áreas de uma planta baixa, casa, e até um quadro de parede.

Caso necessário poderia-se utilizar também os dispositivos para localização do usuário no contexto geral do sistema, como por exemplo os dispositivos de “query”, para a pesquisa de determinado assunto, ou os dispositivos de “browse” do tipo “breadcrumb”, que permitem ao usuário saber por quais as telas ele já passou.

O programa de autoria denominado de Toolbook e adotado para o desenvolvimento do sistema multimídia apresentado nesta dissertação, possui como interface predominante a que se baseia na metáfora do livro, o que pode ser observado já na sua denominação - Toolbook.

### 5.2.2. TÉCNICAS GRÁFICAS

Pode-se citar as seguintes técnicas gráficas, que podem ser utilizadas para a criação de um ambiente multimídia:

➤ Depth Cueing: esta técnica gráfica fornece uma noção de profundidade, criando uma perspectiva de 3-D a uma cena, adicionando profundidade a uma figura em 2-D. Algumas formas de adicionar tais perspectivas seriam (Smith, Smith, Yang, 1995, p.7), primeiramente a troca de cor dos pixels. Por exemplo, a fonte de luz localizada a maior distância tem um aspecto mais



escuro que uma localizada próxima do observador. Quando a cena é gerada em cores vermelho, verde e azul, a intensidade da fonte de luz localizada mais à distância do observador pode ser reduzida pela mesma equivalência que representa esta distância. Como segundo método, teríamos a adição de cor à cena. Por exemplo, na luminosidade que deve existir entre a fonte de luz e o ponto de visão. O valor da cor que corresponde a essa fonte de luz, é a luminosidade acumulada desde o ponto de visão. A sensação de profundidade é dada tanto pela intensidade da luz, como pelos efeitos de claro-escuro. Desta maneira, o usuário pode julgar a profundidade de uma cena e navegar através do mundo virtual com menos esforço;

➤ **Lighting Models:** esta técnica é importante a medida que a iluminação é essencial na criação de uma imagem realística em 3-D. Numa atmosfera escura, uma esfera possui um aspecto similar a um disco. Em outras palavras, uma cena 3-D inicia com uma cena de 2-D. Quando a luz brilha na esfera, alguma parte da luz é refletida difusamente e por meio disso se dá a indicação das três dimensões. A outra luz refletida permite ao observador ver a esfera, acreditando que é escura, e fornecendo adicionalmente informação espacial. Devido à complexidade da fórmula de iluminação, a computação da intensidade de luz para cada pixel reduz a taxa de atualização da janela. Quando a taxa de atualização baixa muito, as flutuações são perceptíveis e podem causar náuseas pelo movimento visual induzido. A sensação de tontura ocorre sempre que o corpo recebe informação incompatível entre os olhos e a mente (Foley apud Smith, Smith, Yang, 1995, p. 8);

➤ **Shading:** a técnica do sombreado é usada em conjunto com a iluminação. Enquanto o modelo de iluminação é computado, a intensidade da luz em cada vértice do polígono é calculada. Dois tipos de sombreado podem ser usados para interpretar uma cena. O primeiro é o “flat shading”, onde o polígono inteiro é sombreado com base no valor de um dos vértices. O segundo é o “Gourand shading”, onde os pixels de cor, dentro dos polígonos, são linearmente interpolados partindo da cor em direção a cada um dos vértices para criar uma variação suave da sombra;

➤ **Radiosity:** esta técnica é mais frequentemente usada em imagens estáticas, podendo pré-calcular a interação da luz entre os objetos dos ambientes de 3-D. O cálculo da interação da luz para ambientes complexos, necessita de um longo tempo de processamento. Porém, com a conclusão do cálculo, o usuário pode visualizar o meio ambiente gerado, de qualquer ângulo, sem nenhuma outra computação exaustiva (Foley, 1992);

➤ Ray Casting: esta técnica pode ser considerada uma técnica de apresentação de cenas em tempo real. Um raio pode ser traçado desde o ponto de vista, através de um pixel do monitor de vídeo para realizar a intersecção de um objeto definido no espaço virtual. A cor de um objeto fechado intersectado é registrada por aquele pixel do monitor de vídeo. Se o objeto é movido, a técnica “ray casting” pode traçar a nova posição do objeto, criando desta forma uma cena dinâmica (Foley apud Smith, Smith, Yang, 1995, p. 9).

### 5.2.3. STORYBOARDS

Os “storyboards” podem ser definidos como representações gráficas que esboçam a sequência de telas de um filme (Heckel, 1991). Estes permitem que todos os membros de uma equipe de desenvolvimento possam ter uma idéia de como será o filme. Apesar do “storyboard” ser uma técnica herdada da produção de mídias lineares, como é o caso do cinema e do desenho animado, eles também podem ser amplamente usados nos processos de produção de sistemas multimídia.

Com o aparecimento das mídias não seqüenciais, como a multimídia, o “storyboard” sofreu adaptações para servir às características não lineares da multimídia.

Após a estruturação do sistema como um todo, representado pelos diagramas de estados, é necessário que se especifique a programação visual do sistema. Os “storyboards” permitem criar esboços dos formatos das telas do sistema. Eles são a base para a preparação dos “layout grids”, que permitem definir o tamanho de cada imagem. Após ultrapassada esta etapa do projeto, pode-se partir para o início da fase de produção.

Para que essas definições sejam repassadas aos implementadores, é necessário que elas sejam representadas num “storyboard” impresso, como por exemplo o mostrado na figura 4. Os “storyboards” contém todas as especificações da programação visual, tendo como objetivo fornecer um esboço geral de cada tela do sistema. Para a representação de cada tela é necessário um “storyboard”.

[illegible]

**Figura 4 – Modelo de um “storyboard”.**

### 5.3. CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE MULTIMÍDIA SIMLETEC

O ambiente criado sob a forma de uma residência de um pavimento, possui uma aparência muito comum, sem apresentar dificuldades de entendimento quanto aos cômodos ali representados, o que faz com que o usuário sinta-se muito a vontade para navegar dentro dos ambientes e desta forma testar todos os componentes eletro-eletrônicos ali presentes.

Praticamente todos os desenhos componentes do sistema computacional fruto deste trabalho, foram desenvolvidos dentro do próprio ambiente de autoria, fazendo com que os dados ocupem um espaço de memória de armazenamento relativamente pequeno, o que não ocorreria se as imagens existentes tivessem sido criadas e importadas de outros softwares de tratamento de imagens como o “Corel Draw” por exemplo. Isto faz com que o programa possa ser facilmente instalado e utilizado em uma grande variedade de máquinas, mesmo algumas com limitações de velocidade e de memória.

Neste sistema foram incluídos “links” em todas as telas que o compõem, facilitando a navegação e proporcionando acesso a novas telas ou retorno a uma tela já visitada. Estes “links” apresentam também a indicação de direção, fazendo com que o usuário saiba exatamente qual o “link” deve ser acionado para obter acesso a determinada área ou tela do sistema.

## 5.4. TELAS COMPONENTES DO SIMLETEC

### 5.4.1. TELAS DE APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

Como em todo o início de aprendizado, procurou-se demonstrar neste programa algo que viesse a chamar a atenção do aluno colocando-o em sintonia com o assunto que estará sendo abordado e com o tipo de aprendizado que ele acaba de iniciar. Assim sendo, no momento em que o programa é iniciado, uma animação com descargas atmosféricas passa a ser mostrada na tela e o som de trovões pode ser ouvido nos auto-falantes do sistema multimídia do computador. Na mesma tela de apresentação aparecem o nome da Universidade Federal de Santa Catarina, e em seguida o nome do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, onde o trabalho de dissertação aqui apresentado tomou forma e obteve o apoio necessário para o seu desenvolvimento. Ainda nesta tela aparecem também o título do trabalho, o nome do mestrando e o nome do orientador, de acordo com a figura 5.

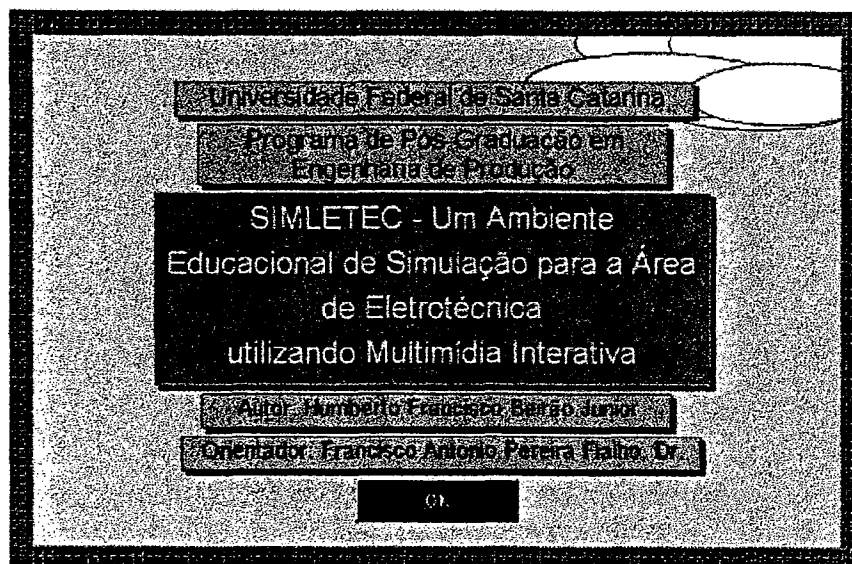


Figura 5 - Tela de Apresentação 1

Após serem apresentados a animação e o som, a programação colocada nesta primeira página, fará com que seja mostrada a segunda tela do sistema, automaticamente. Como mostra a figura 6, surgirá então, uma tela com algumas frases que resumem o objetivo geral do programa e como será o aprendizado que está se iniciando. Um som de fundo também pode ser ouvido, tendo como função principal despertar ainda mais a curiosidade do aluno, criando uma expectativa para um novo aprendizado que está por vir.

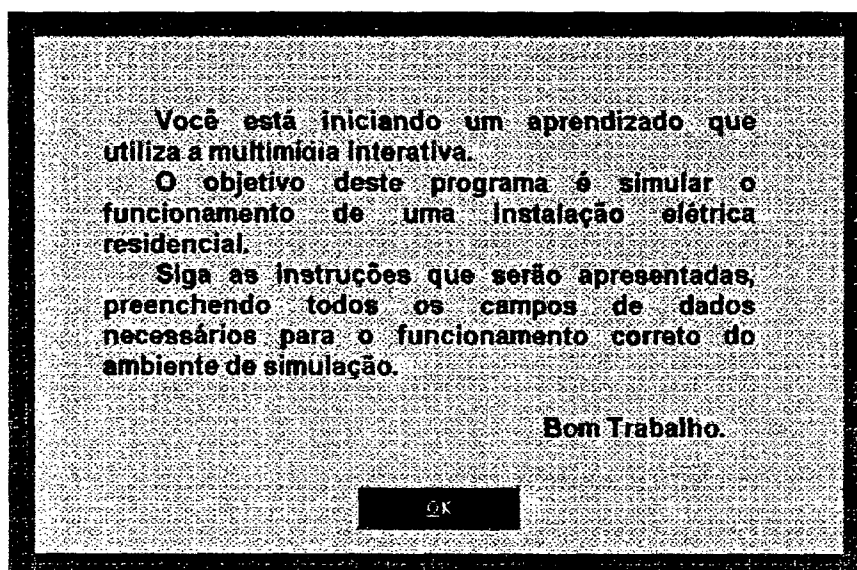


Figura 6 - Tela de Apresentação 2

Na terceira página, ou tela, como pode-se observar na figura 7, que constitui a apresentação do sistema, são fornecidas algumas informações básicas ao usuário, de modo a facilitar o uso do programa. Nesta tela procurou-se informar de modo sucinto e direto, pontos importantes e fundamentais para o sucesso na utilização do SIMLETEC, como por exemplo o que representa a barra de opções presente em todas as telas que constituem as dependências da residência; a tela de entrada de dados pessoais; a planta baixa da residência; a composição do quadro de cargas e a tela de entrada principal, um dos acessos principais à residência que será estudada.

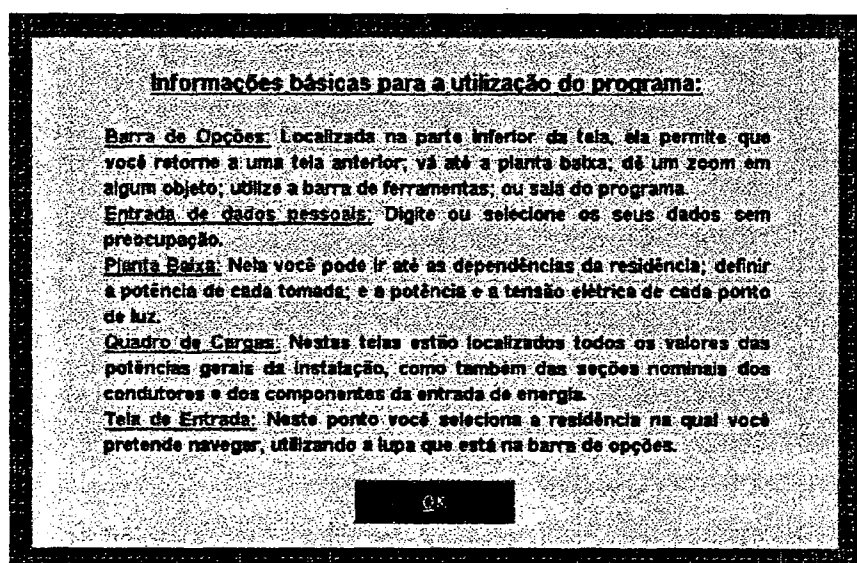


Figura 7 - Tela de Apresentação 3

## 5.4.2. TELAS PARA A ENTRADA DOS DADOS DO SISTEMA

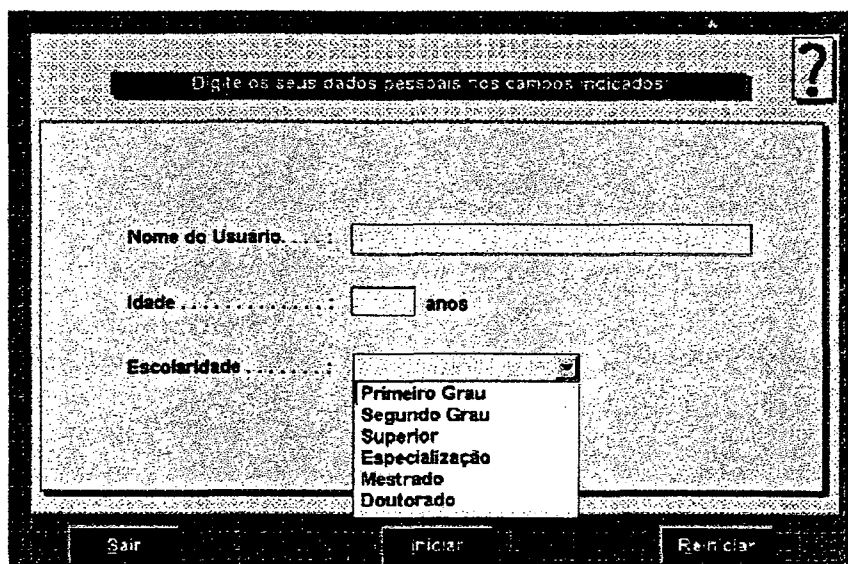


Figura 8 - Tela de Dados 1

Nesta etapa do programa, o usuário fará o seu cadastramento, incluindo o seu nome, a sua idade e a sua escolaridade, para uma futura utilização destas informações em situações posteriores. Na versão atual do SIMLETEC, a informação representada pelo primeiro nome do usuário será utilizada no sistema, quando a tela de entrada principal for mostrada, surgindo então uma mensagem personalizada para este usuário. Porém, os outros dados do cadastramento poderão ser úteis em futuras adaptações deste sistema didático, como no item escolaridade onde o sistema apresenta opções que podem ser selecionadas pelo usuário, sendo elas o primeiro grau, o segundo grau, o ensino superior, a especialização, o mestrado e o doutorado. Com esta informação, o sistema poderia selecionar o nível de dificuldade a ser exigido do usuário.

A partir desta tela do SIMLETEC, figura 8, o usuário passa a contar com um “link” de acesso ao arquivo de ajuda do programa, que será exibido em todas as outras páginas posteriores. Nas janelas que compõem este arquivo de ajuda, pode-se encontrar explicações básicas a respeito de alguns aspectos fundamentais do programa, como o preenchimento dos dados pessoais do usuário, a entrada de dados onde encontram-se alguns parâmetros do sistema, a planta baixa da residência, as funções da barra de opções presente nas telas do sistema, e a utilização da tela principal de acesso a residência.

Na parte inferior desta página, encontram-se três botões, que representam nesta ordem, a saída do sistema, a passagem para a próxima página e o reinício do programa, opção esta que pode ser acessada em qualquer fase do processamento deste sistema, e que apresenta uma mensagem de alerta para a possibilidade de perda total dos dados já informados ao sistema, ou seja, tudo o que foi preenchido e declarado é apagado da memória para que se inicie uma nova simulação.

Defina alguns parâmetros do sistema elétrico

Tensão de Alimentação ..... 0 volts

Potência das Lâmpadas ..... Planta Baixa

Potência das Tomadas ..... Planta Baixa

Bitola dos Condutores ..... Condutores

Tipo de Alimentação ..... Quadro Cargas

Voltar Iniciar Sair

Figura 9 - Tela de Dados 2

Na segunda tela de entrada de dados, figura 9, o usuário irá informar a tensão de fornecimento para o sistema, informação esta que será de fundamental importância para o seu correto funcionamento, e sem a qual os equipamentos elétricos não poderão ser utilizados, apresentando uma mensagem de erro representada pela palavra “problema”. Além do campo para a colocação desta informação, existem ainda alguns itens que levam à outras partes do sistema como a planta baixa, que mostra todas as dependências da residência através de uma vista superior, o “link” que leva à tela onde devem ser inseridos os valores para a definição da seção nominal dos condutores dos circuitos terminais e o “link” que leva à primeira tela do quadro de cargas, que apresenta um resumo de toda a potência instalada na residência a ser estudada.

Na parte inferior desta página, encontram-se três botões, que representam nesta ordem, o retorno à primeira tela de entrada de dados, onde encontra-se o cadastro do usuário, o “link” de acesso ao início da simulação, item este que só deve ser utilizado após o completo preenchimento dos dados do sistema, e o “link” de saída do sistema.

### 5.4.3. TELA REPRESENTANDO A PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA

Nesta tela, representada através da figura 10, o usuário pode visualizar toda a residência de um pavimento, através da sua planta baixa, onde será desenvolvida a simulação da instalação elétrica residencial. Neste ponto do sistema o usuário tem condições de informar ou alterar as potências nominais e as tensões nominais das lâmpadas que serão utilizadas na instalação elétrica da residência, assim como definir também as potências nominais das tomadas que estão instaladas. A planta baixa também é um “link” para as dependências da residência, sendo que pode-se obter o acesso a cada cômodo com um simples clique no botão do mouse sobre a sua área correspondente, localizada na planta baixa.

Na parte inferior desta página, encontram-se também três botões, que representam nesta ordem: o retorno à segunda tela de entrada de dados; o “link” de acesso ao início da simulação, item este que só deve ser utilizado após o completo preenchimento dos dados do sistema; e o “link” que leva até a primeira tela do quadro de cargas, onde estão representadas todas as cargas do circuito elétrico residencial, através das potências nominais totais divididas por tipo de carga, além do valor total geral. Estes valores são preenchidos e calculados automaticamente pelo sistema através da programação colocada nas propriedades da própria página considerada.

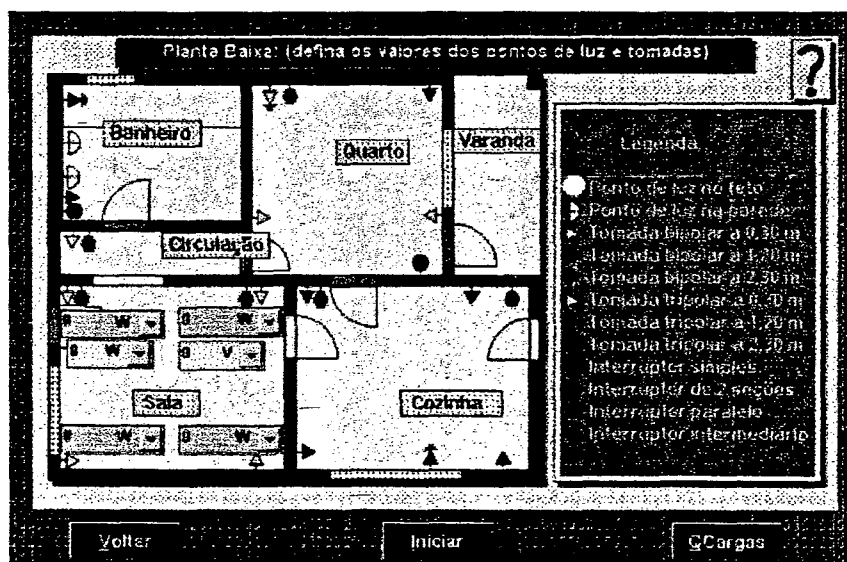


Figura 10 - Tela da Planta Baixa da Residência



#### 5.4.4. TELAS COMPOSTAS PELOS QUADROS DE CARGAS DA RESIDÊNCIA

Este item é composto por três telas dentro do sistema. A primeira tela, figura 11, apresenta um resumo das cargas instaladas no circuito elétrico da residência. Somente serão consideradas e adicionadas a carga total, as potências das cargas que forem definidas na planta baixa da residência, sendo que a soma da potência total é atualizada automaticamente pelo sistema a medida que as mudanças vão sendo feitas nos valores das cargas visualizadas na planta baixa. Além destes campos automaticamente preenchidos pelo sistema, ainda estão presentes dois botões que servem de “link”, o primeiro à tela onde devem ser informadas as seções transversais dos condutores dos circuitos terminais da instalação elétrica, ou seja a terceira tela que compõe o quadro de cargas, e o segundo à segunda tela que representa também o quadro de cargas, com as informações da entrada de energia. Nesta segunda tela, figura 12, devem ser inseridos os dados referentes aos valores especificados para os componentes de entrada da instalação, como o tipo de fornecimento a ser utilizado pelo sistema elétrico da residência, podendo ser selecionado dentre os tipos monofásico, bifásico e trifásico; o valor nominal do disjuntor geral; a seção nominal dos condutores de entrada; a bitola do eletroduto de entrada e a bitola do pontalete de ferro galvanizado, caso seja necessário utilizá-lo. Todas estas informações podem ser obtidas a partir de uma tabela que foi elaborada pela concessionária de energia de Santa Catarina, as Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, e que pode ser acessada no sistema através de um “link” em forma de botão com a marcação tabela, que leva à tela composta pela mesma. Para informar corretamente o tipo de fornecimento ao sistema, o aluno deverá saber como consultar esta tabela, conhecimento este que pode ser obtido no item ajuda do programa, ou através de explicação do professor.

Na parte inferior da primeira tela do quadro de cargas, figura 11, encontram-se três botões, que representam nesta ordem, o retorno à segunda tela de entrada de dados, o “link” de acesso à segunda tela do quadro de cargas, e o “link” que leva até a tela da planta baixa da instalação residencial, local onde podem ser visualizadas todas as dependências da residência, através de sua vista superior.

Já na parte inferior da segunda tela do quadro de cargas, figura 12, também existem três botões, porém as suas funções são nesta ordem, o retorno à primeira tela do quadro de cargas, o “link” de acesso ao início da simulação, item este que só deve ser utilizado após o completo

preenchimento dos dados do sistema, e o “link” que leva até a tela da planta baixa da instalação residencial, local onde podem ser visualizadas todas as dependências da residência, através de sua vista superior.

Quadro de Cargas (Simplificado) da Instalação - Parte 1

**Potências Totais:**

Lâmpadas (Incandescentes e Fluorescentes): 0 W

Tomadas (Uso Geral): 0 W

Tomadas (Uso Específico): 0 W

Potência Total: 0 W

Condutores da Instalação: Condutores

Componentes da Entrada de Energia: Entrada

Voltar Iniciar P. Baixa

Figura 11 – Primeira Tela do Quadro de Cargas

Quadro de Cargas (Simplificado) da Instalação - Parte 2

**Defina o tipo de alimentação e os componentes da entrada de energia:**

Potência Total: 0 W

Tipo de Alimentação: [dropdown]

Disjuntor Geral (A): [dropdown]

**Condutores de Entrada:**

Fase e Neutro (mm²): [dropdown]

Aterramento (mm²): [dropdown]

Eletroduto de Entrada (pol.): [dropdown]

Pontaleta de Ferro Galvanizado (pol.): [dropdown]

Tabela

Voltar Iniciar P. Baixa

Figura 12 – Segunda Tela do Quadro de Cargas



Com relação a terceira tela do quadro de cargas, conforme a figura 13, pode-se identificar e dimensionar todos os condutores dos circuitos que compõem a instalação elétrica. Na parte inferior desta tela do quadro de cargas, encontram-se também três botões, que representam nesta ordem, o retorno à primeira tela do quadro de cargas, o “link” de acesso ao início da simulação, item este que só deve ser utilizado após o completo preenchimento dos dados do sistema, e o “link” que leva até a tela da planta baixa da instalação residencial, local onde podem ser visualizadas todas as dependências da residência, através de sua vista superior.

Quadro de Cargas (Simplificado) da Instalação - Parte 3:

Defina os condutores de cada circuito da instalação:

1) Iluminação ..... (mm<sup>2</sup>):

2) Iluminação ..... (mm<sup>2</sup>):

3) Tomadas de Uso Geral ..... (mm<sup>2</sup>):

4) Tomadas da Cozinha ..... (mm<sup>2</sup>):

5) Tomada do Chuveiro ..... (mm<sup>2</sup>):

6) Tomada da Torneira Elétrica ..... (mm<sup>2</sup>):

7) Tomada do Ar Condicionado ..... (mm<sup>2</sup>):

Voltar Iniciar Planta Baixa

Figura 13 – Terceira Tela do Quadro de Cargas

#### 5.4.5. TELA DA ENTRADA PRINCIPAL DO SISTEMA

Na tela de entrada principal do SIMLETEC, conforme pode ser visto através da figura 15, o usuário poderá observar uma rua, onde encontram-se algumas casas, além da rede de distribuição elétrica. Neste trabalho, apenas a residência localizada no canto superior esquerdo da tela pode ser acessada, sendo que ao tentar acessar às outras residências, surgirá uma mensagem informando ao usuário que estas não encontram-se disponíveis nesta versão do sistema. O usuário poderá acessar esta residência, simplesmente pegando a lupa que está na barra inferior da tela, e arrastando-a até esta casa. Nesta tela a barra de opções, figura 14, contendo os botões de retorno e saída, o acesso a planta baixa, a lupa, e a barra de ferramentas já encontra-se presente, a exemplo do que ocorre nas telas seguintes, que representam o interior da instalação residencial.





Figura 14 – Barra de Opções



Figura 15 - Tela de Entrada Principal

#### 5.4.6. TELAS REPRESENTANDO AS DIVERSAS ÁREAS DE UMA RESIDÊNCIA

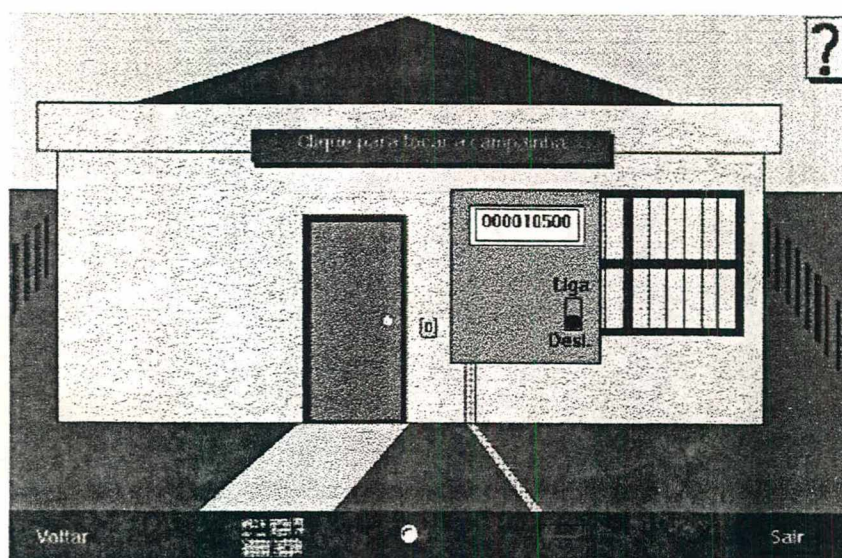


Figura 16 – Entrada Principal da Residência



O usuário antes de entrar na residência, figura 16, deverá verificar se o disjuntor geral encontra-se ligado. Isto pode ser feito através da visualização do medidor de energia, que está localizado ao lado da porta de entrada principal, colocando-se a lupa da barra de opções sobre ele e obtendo-se a ampliação do desenho deste aparelho.

A residência representada no SIMLETEC, está dividida em cinco dependências, sendo elas: a sala, a cozinha, o quarto, o banheiro e a circulação, além da área externa.

A partir da barra de opções que encontra-se na parte inferior da tela, o usuário poderá selecionar na barra de ferramentas o multímetro ou a chave-teste. Para utilizá-los basta que o usuário posicione o cursor comandado pelo mouse, sobre a ferramenta, pressione o botão esquerdo, segure e arraste-o até o local onde deseja utilizar a ferramenta, soltando o botão do mouse somente neste ponto. Este procedimento pôde ser programado graças a utilização da função “drag & drop”, presente nesta versão do Toolbook. Surgirá então uma imagem ampliada, informando o valor da tensão nominal da rede, no caso do multímetro, ou informando se o local encontra-se energizado ou não, no caso de ter-se selecionado a chave-teste.

No momento em que o usuário entra na residência através da porta que aparece na tela de entrada, ele chega na sala, figura 17. Nesta sala ele pode observar dois interruptores paralelos que comandam um ponto de luz no teto; um aparelho de TV, que pode ou não estar conectado à uma tomada bipolar, situada a 30 centímetros do piso; um livro de IEL; e as portas que levam à rua, ao banheiro e à cozinha, além de ter acesso também a circulação.

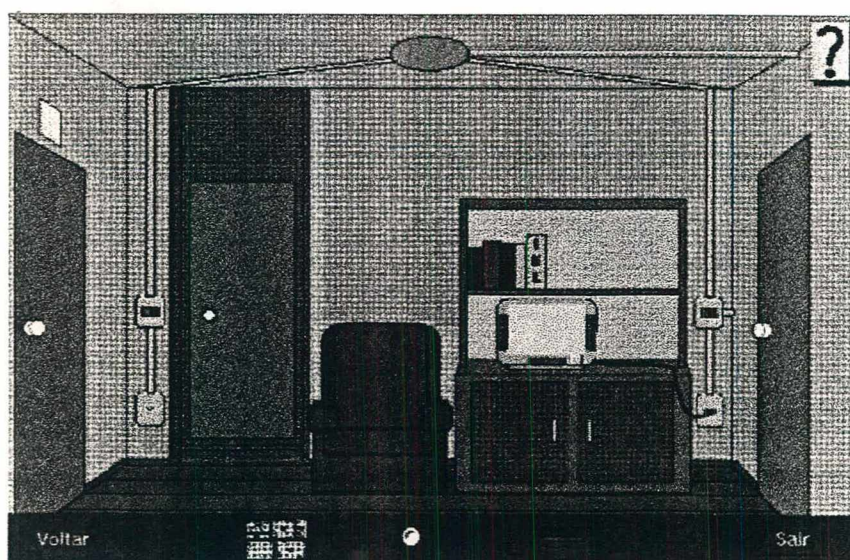


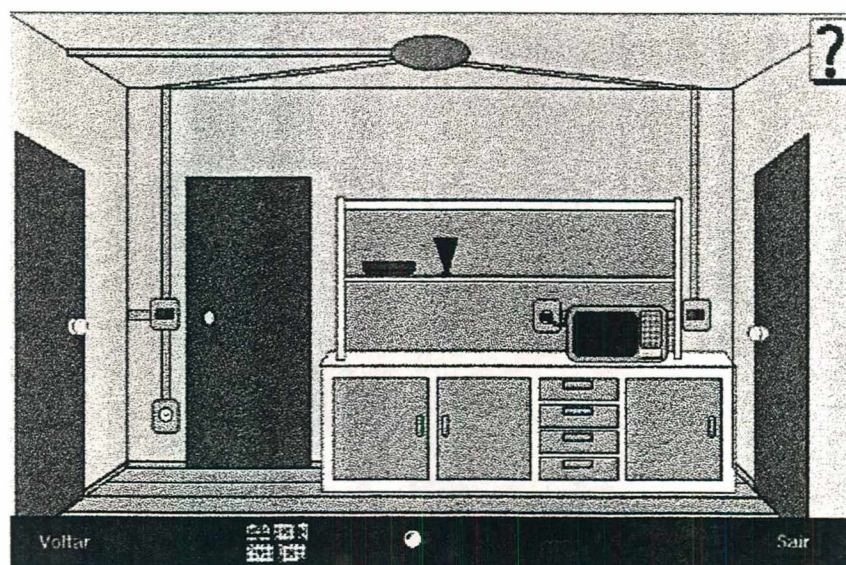
Figura 17 - Tela que representa a Sala da Residência



Se tudo estiver dimensionado corretamente, a lâmpada poderá ser acesa e a TV poderá ser ligada. Porém, existe uma restrição quanto a tensão nominal da TV, que sendo mais baixa do que a tensão de alimentação definida na entrada de dados do sistema, emitirá o som de um curto-circuito quando ligada, indicando que algo está incompatível na instalação elétrica.

Caso ele opte pela entrada na cozinha, figura 18, o usuário irá deparar-se com dois interruptores paralelos que comandam um ponto de luz no teto; um forno de microondas ligado à uma tomada tripolar, situada a 120 centímetros do piso; e as portas que levam ao quintal da residência e ao quarto.

Neste ponto do programa, caso as informações inseridas nos campos relativos aos dados de entrada estejam completas e os dimensionamentos corretos, a lâmpada situada no teto da cozinha poderá ser acesa e o forno de microondas poderá ser ligado. Existe porém, uma restrição quanto a tensão nominal do microondas, que sendo mais baixa do que a tensão de alimentação definida na entrada de dados do sistema, irá emitir o som de um curto-circuito quando ligado, indicando uma falha ocorrida.



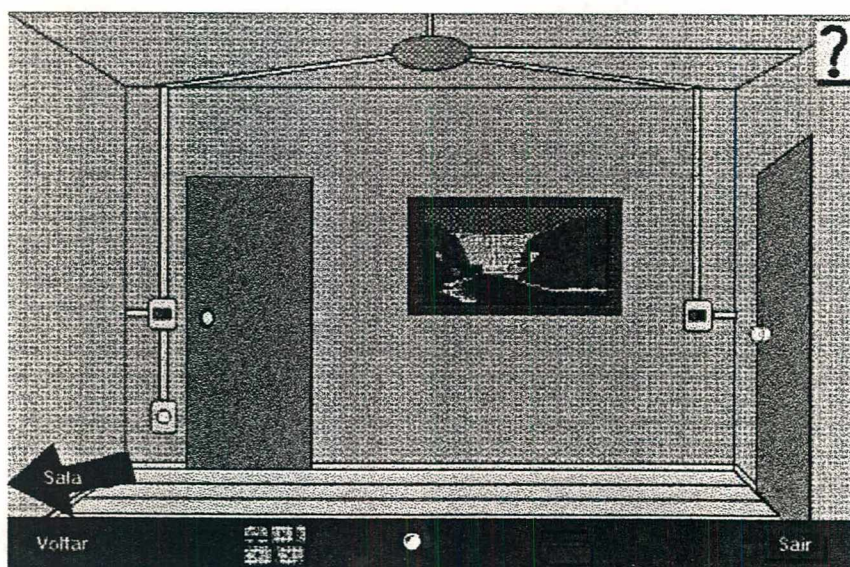
**Figura 18 - Tela que representa a Cozinha da Residência**

Na circulação, como representada na figura 19, existem três opções principais de acesso, pois como o nome indica, este é apenas um local de movimentação e acesso para outras dependências da residência. O deslocamento pode ser até a sala, ao banheiro ou ao quarto. Pode-se ainda, visualizar o quadro com o desenho de uma barragem de usina hidrelétrica, ampliando-o



uma ou duas vezes, simplesmente aplicando-se um zoom sobre o desenho. Este “zoom” é obtido utilizando-se a figura de uma lupa que encontra-se localizada na barra de opções situada na parte inferior da tela.

Neste local da residência não existem equipamentos eletrodomésticos, apenas um ponto de luz no teto comandado por dois interruptores paralelos e uma tomada bipolar a 30 centímetros do piso. Caso as informações inseridas nos campos relativos aos dados de entrada estejam completas e os dimensionamentos corretos, a lâmpada situada no teto da circulação poderá ser acessa, caso contrário surgirá uma mensagem indicando algum problema com os dados fornecidos.



**Figura 19 - Tela que representa a Circulação da Residência**

Caso a opção de acesso escolhida seja o banheiro, conforme podemos visualizar na figura 20, pode-se observar a existência de um ponto de luz no teto, comandado por um interruptor simples, além de duas arandelas na parede comandadas também por um interruptor simples; uma tomada bipolar a 120 centímetros do piso; uma tomada tripolar específica para a instalação de um chuveiro elétrico, situada a 230 centímetros do piso; e a porta de retorno ao corredor da residência.



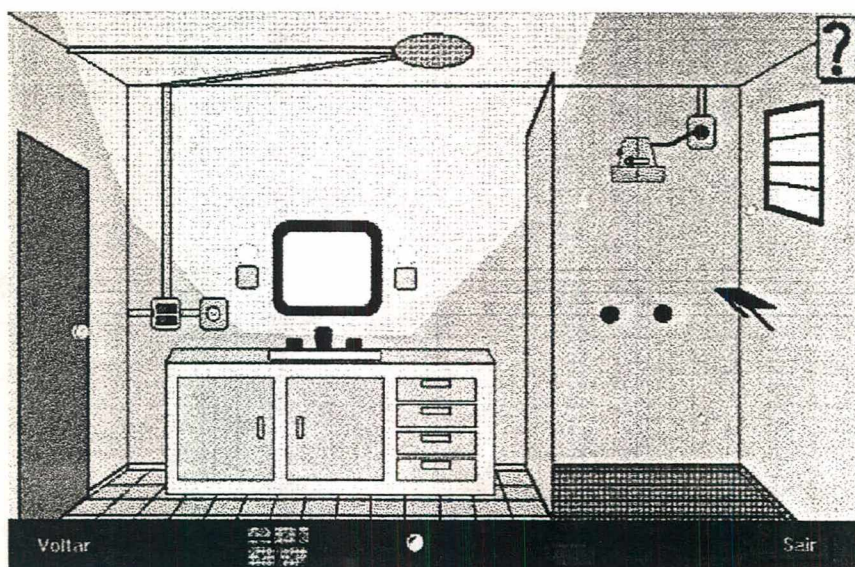


Figura 20 - Tela que representa o Banheiro da Residência

Clicando sobre uma das opções que leva ao quarto, figura 21, o usuário poderá observar lá os seguintes itens: dois interruptores paralelos, um deles colocado na mesma caixa de um interruptor simples, ao lado da porta que dá acesso aos fundos da casa, servindo para comandar de dois pontos diferentes um único ponto de luz localizado no teto; um aparelho de TV que pode ou não estar conectado à uma tomada bipolar, situada a 230 centímetros do piso; um abajur conectado a uma tomada bipolar situada a 30 centímetros do piso; um livro de instalações elétricas e um rádio toca-fitas sobre a estante; um condicionador de ar; e três opções de acesso a outras dependências da casa, sendo duas portas, uma que leva ao corredor e outra que leva ao quintal da residência e o desenho de uma seta, que é um “link” com a indicação da cozinha.

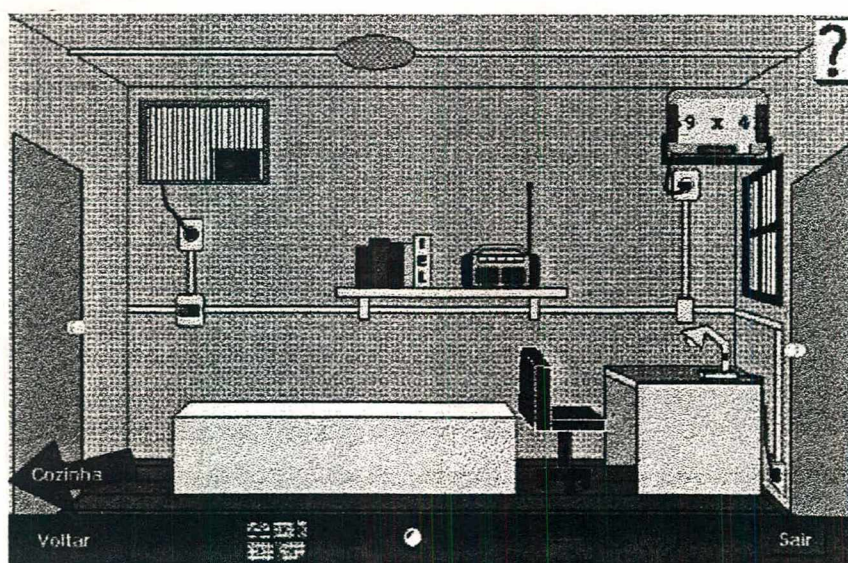


Figura 21 - Tela que representa o Quarto da Residência



Saindo por uma das portas que dão acesso aos fundos da residência, localizadas uma no quarto e a outra na cozinha, pode-se visualizar a parte de trás da casa, de acordo com a figura 22, podendo-se tocar a campainha ou retornar à casa pela porta cozinha ou pela porta do quarto. Observa-se que o som da campainha desta parte da residência, localizada nos fundos da casa, é diferente do som da campainha da entrada principal. Isto é justificável pelo fato de que quando a instalação possui mais de um ponto de chamada para campainha, deve-se procurar distinguir de alguma forma de onde vem o som, para que seja atendido o local certo.

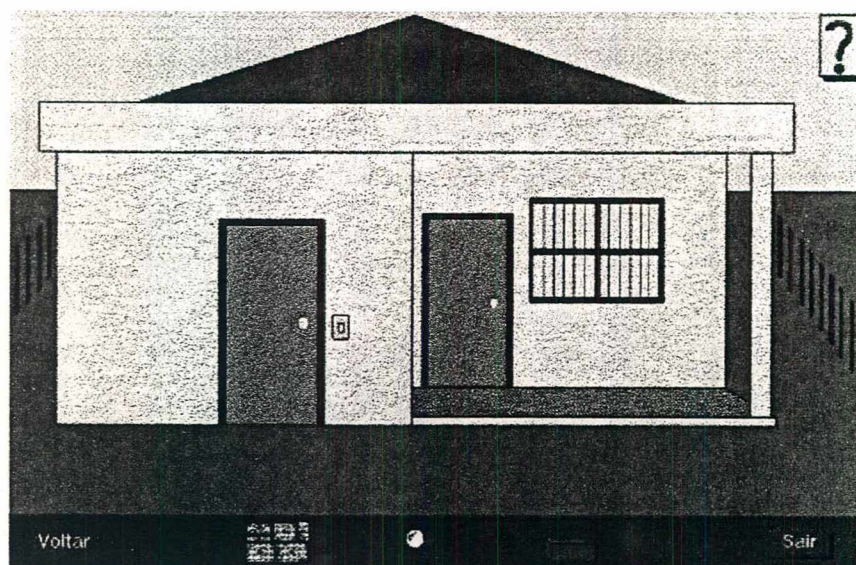


Figura 22 - Tela que representa o Quintal da Residência

#### 5.4.7. TELAS REPRESENTANDO O LIVRO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

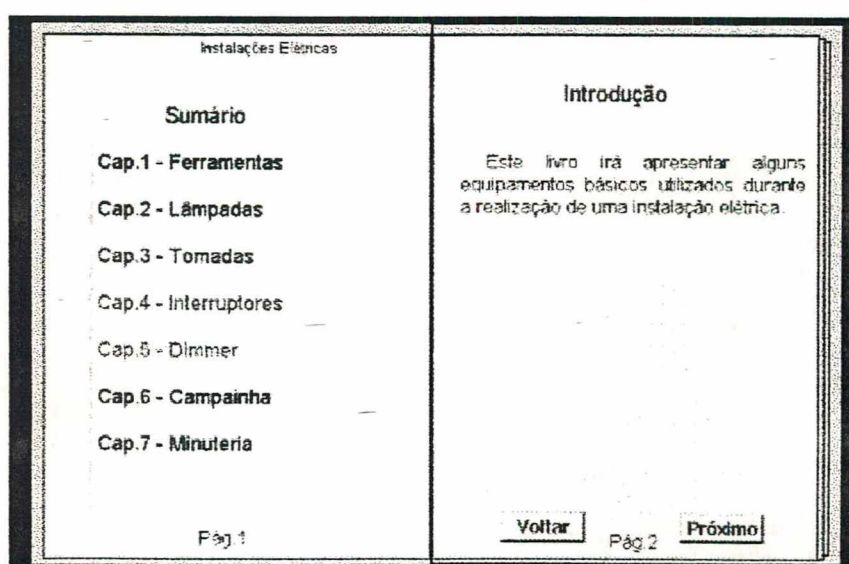


Figura 23 - Tela que representa as primeiras páginas do Livro de Instalações Elétricas

A figura do livro de instalações elétricas é um “link” para um livro eletrônico contendo tópicos relacionados à área de eletrotécnica, que podem ser acessados com um clique no botão esquerdo do mouse, no exato momento em que o cursor estiver sobre qualquer uma das representações do livro de IEL (Instalações Elétricas), situadas na sala e no quarto da residência.

A partir destes “links”, o aluno acessará um livro eletrônico de instalações elétricas, onde as informações básicas sobre este conteúdo estarão ordenadas em capítulos, com os seguintes tópicos: capítulo 1, Ferramentas utilizadas em Instalações Elétricas; capítulo 2, Lâmpadas; capítulo 3, Tomadas; capítulo 4, Interruptores; capítulo 5, Dimmer; capítulo 6, Campainha; e capítulo 7, Minuteria. Estes capítulos podem ser consultados a partir do índice, figura 23, onde cada título de capítulo também é um “link”, levando-o direto ao assunto desejado. Outras formas de consulta são: a passagem de página por página do livro ou o acesso à página inicial de cada capítulo, através da representação dos números correspondentes a cada tópico do livro eletrônico, posicionados no canto superior esquerdo das páginas iniciais, como podemos observar através do exemplo da figura 24, que mostra o início do primeiro capítulo do livro eletrônico de instalações elétricas.

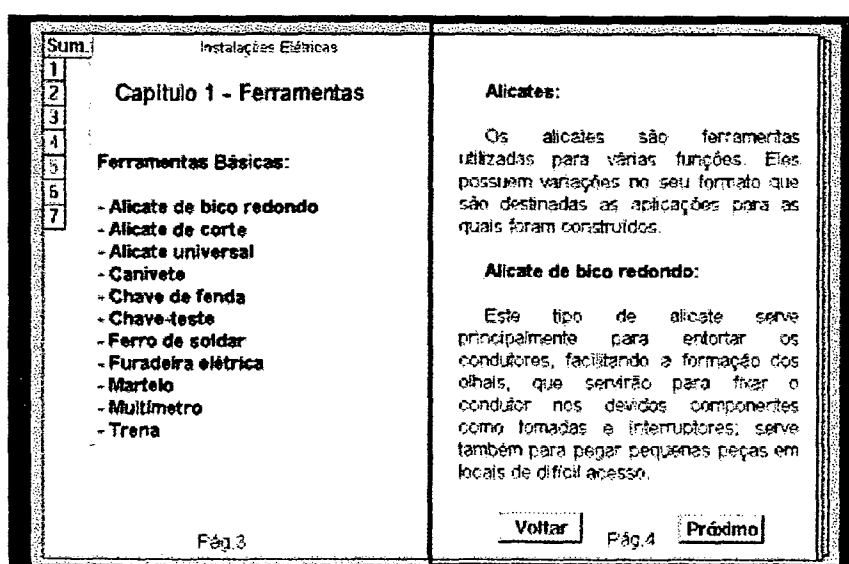


Figura 24 – Representação dos capítulos, mostrando os “links” para os outros capítulos

## **5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dentro dos resultados obtidos, pode-se citar a facilidade na navegação, superando uma preocupação existente durante o desenvolvimento de um ambiente educacional familiar, de forma que o usuário não enfrente problemas de interpretação visual, a medida que vai percorrendo as várias telas do programa.

Outra consideração interessante e importante seria a utilização deste ambiente educacional por usuários de outras regiões, através da sua conversão e exportação, em formato HTML, via Internet. Com o software colocado na grande rede, e a disposição de outros pesquisadores, estudantes e curiosos, com certeza ele poderia contribuir para o auxílio na aprendizagem de conceitos ligados à área estudada, assim como também despertar para críticas e sugestões que iriam enriquecê-lo muito mais, além, é claro, de incentivar outros trabalhos dentro desta filosofia de ambiente educacional.

## **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES**

### **6.1. CONCLUSÕES GERAIS**

Num mundo em que as barreiras da distância, dos idiomas e da tecnologia estão sendo superadas a cada dia, vemos surgir cada vez mais a necessidade de uma educação construtivista, para que o estudante possa participar ativamente do seu processo de crescimento cognitivo. Através do uso do computador para obter informações colocadas virtualmente em algum local do planeta, e que serão úteis para o seu aprendizado, o aluno passa a fazer parte deste novo mundo, onde a informação pode estar em qualquer parte, a qualquer hora.

Uma das melhores maneiras para fixar-se um conteúdo é relacioná-lo com algo que pareça familiar. Portanto, através do SIMLETEC, o sistema aqui apresentado e parcialmente desenvolvido, procurou-se uma adequação a esta premissa, criando um ambiente facilmente identificável pelo aluno, ao mesmo tempo em que são propostos alguns desafios implícitos, que possibilitem um aprendizado rápido e independente de seqüências lógicas de conteúdo.

O processo de design gráfico das telas também deve estar integrado aos aspectos que podem facilitar a navegação através da memorização de sinais visuais; à utilização de uma interface consistente adotando metáforas de cenários, ícones e signos lingüísticos familiares ao repertório de conhecimento; e ao mundo real de trabalho do usuário.

Procurou-se desenvolver um ambiente que pudesse captar a atenção do usuário, motivando-o ao estudo e reforçando a sua aprendizagem, mediante o uso interativo de diversos recursos da multimídia. Este tipo de ambiente também pode ser utilizado para ministrar a educação a distância, tendo por exemplo a Internet como meio de divulgação. A disponibilização deste sistema através da grande rede não chega a ser uma tarefa muito complicada e dispendiosa, pois a versão 5.0 do Toolbook, a ferramenta de autoria utilizada para o desenvolvimento do sistema multimídia, tema desta dissertação, possui um módulo para conversão de todo o trabalho em modelo do tipo HTML.

Após o desenvolvimento do SIMLETEC, chegou-se a conclusão de que ele apresenta grandes possibilidades de expansão, através de sua aplicação em outras áreas técnicas, adaptando-o conforme as necessidades de cada assunto a ser abordado.

Deve-se considerar também que o ideal seria que o aluno pudesse construir o ambiente educacional de simulação, porém o fato de um professor diretamente ligado a área de conhecimento poder desenvolvê-lo, já pode ser considerado como um grande avanço, num campo onde os produtos disponíveis, na maioria das vezes, são projetados e desenvolvidos sem no mínimo um acompanhamento por parte de um especialista no assunto que está sendo abordado.

## **6.2. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

Dentre as recomendações para o desenvolvimento de futuros trabalhos, pode-se destacar a inclusão de novos módulos educacionais, ligados a outras disciplinas dentro da área de eletrotécnica e até mesmo disciplinas de outras áreas, que poderiam fazer parte do ambiente de simulação aqui desenvolvido e apresentado. Dentre os assuntos idealizados, temos: situações de conservação de energia, princípio de funcionamento de equipamentos e ferramentas de eletrônica, instalação e características de aparelhos e equipamentos de telecomunicações, simulações relacionadas com a área da construção civil, projetos e instalações na área de saneamento, projetos e simulações voltados para a arquitetura e urbanismo, e muitos outros que com certeza surgirão a partir do momento em que o interessado neste desenvolvimento procurar abordar os assuntos de sua área de conhecimento.

Esta é uma proposta abrangente e com um ponto de partida já bem definido, podendo ser explorada de uma maneira bastante proveitosa por parte dos interessados, já que tem grandes possibilidades de ser adaptado ao meio de onde o pesquisador provém e para o qual suas propostas estão voltadas.

Como uma proposta mais específica pode-se tomar o exemplo da conservação de energia elétrica, tema muito importante e altamente difundido na atualidade. Neste caso, o sistema descrito nesta dissertação, poderia sofrer uma pequena adaptação, fazendo com que o usuário ao navegar pelas diversas dependências da residência, recebesse informações a respeito do uso racional da energia elétrica, ao mesmo tempo em que pudesse verificar num medidor de energia elétrica, o consumo de energia da residência efetivado até aquele momento.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- ALTY, J. L., BERGAN, M. *Guidelines for multimedia interface design in a process control application*. In: Proceedings of International Conference on Design and Safety of Nuclear Reactors ANP' 92, 1992, UK, Anais ..., UK, v.4, 1992, p. 43.4-1 - 43.4-7.
- ALTY, J. L., et al. *Experiments using multimedia interfaces in process control: some initial results*. Computer Graphics. Great Britain: Pergamon Press, v.17, p. 205-218, 1993.
- AXT, M. *Os Micromundos LOGO da Linguagem*. Porto Alegre: FUNTEVE, 1986.
- BLATTNER, M. M., DANNENBERG, R. M. *Multimedia Interface Design*. New York: ACM Press and Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- BRAY, Paul. *Computers in education*. What PC? Magazine. Julho, 1996. pp. 147-149.
- BULLINGER, H. J., GUNZENHÄUSEN, R. *Software Ergonomics: Advances and Applications*. England: Ellis Horwood Limited, 1988.
- BUSH, V. *As we may think*. In: Atlantic Monthly, n°176, July, 1945.
- CASAS, Luis Alberto Alfaro. *Modelagem de um Ambiente Inteligente para a Educação baseado em Realidade Virtual*. Exame de Qualificação para Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, SC, Florianópolis, 1997.
- CORPORATION, Asymetrix. *ToolBook II User Manual*. 1996.
- CORTÊS, Pedro Luiz. *Conhecendo e Trabalhando com o ToolBook*. São Paulo: Érica, 1997.
- COTRIM, Ademaro. *Instalações Elétricas*. São Paulo: Editora McGraw Hill, 3ª Edição, 1991.
- CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 11ª Edição, 1991.
- CYBIS, W. A. *A Identificação dos Objetos de Interfaces Homem-Computador e seus Atributos Ergonômicos*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1994.

- DEDE, Cris, LEWIS, Matthew. *Assessment of emerging educational technologies that might assist and enhance school-to-work transitions*. 1995. <http://www.virtual.qmu.edu/pdf/ota.pdf/>
- DEDE, Cris, Salzman, Marilyn C. Loftin. R. Bowen. *The development of a virtual world for learning newtonian mechanics*. 1995b. <http://www.virtual.qmu.edu/sprinpdf.htm>
- DEDE, Cris. *The Evolution of Constructivist Environments: Immersion in Distributed, Virtual World*. 1995. <http://www.virtual.amu.edu/pdf/constr.pdf>
- DEDE, Cris. *The evolution of learning devices: smart objects, information infraestruturas, and shared syntethic environments*. 1995a. <http://tecfa.unige.ch/edu-comp/biblios/VR-Education-Bibl.html>
- DIMENSTEIN, Gilberto. *O Mercado de Trabalho e a Informática*. Nova Escola, São Paulo: Fundação Victor Civita, Editora Abril, Março, 1998.
- EDELMAN, Gerald M., REEKE Jr., George N., SPORNS, Olaf. *Synthetic Neural Modeling: The Darwin Series of Recognition Automata*. Proceedings of IEEE, September, 1990, v.78, n°9, p. 1498.
- FERNADEZ, M. Kumpel, LOPEZ, A. de la Rica, VILLA, A. de la. *Multimedia y Pedagogía. Un Binomio Actual*. Congreso Computadoras Educación y Sociedad, República Dominicana, 1992.
- FIALHO, F. A. P. *A Modelagem Cognitiva na Concepção de Sistemas de Produção*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, SC, Florianópolis, 1992.
- FIALHO, F. A. P. *Modelagem Computacional da Equilibração das Estruturas Cognitivas como Proposto por Jean Piaget*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, SC, Florianópolis, 1994.
- FIALHO, F. A. P., SANTOS, N. dos. *A Fuzzy Architecture for an Eco-ergonomic Approach*. In: Proceedings of the first Brazil Japan joint Seminar on Fuzzy Logic. Campinas, 1994.

- FIALHO, F. A. P., SANTOS, N. dos. *A General Architecture for Simulating Complex Systems able of Auto-Organization*. In: Artificial Neural Networks in Engineering (ANNIE94), North Holland, Missouri, 1994.
- FIALHO, F. A. P., SANTOS, N. dos. *Antropotechnology, Autopoiése and the Work of Jean Piaget*. In: 4th International Symposium on Human Factors in Organization Design and Management (ODAM), Elsevier, Sweden, 1994.
- FIALHO, F. A. P., SANTOS, N. dos. *Manual de Análise Ergonômica do Trabalho*. Curitiba: PN Gênesis, 1995.
- FIALHO, F. A. P., SANTOS, N. dos. *Modélisation Informatique des Structures d'Équilibration Cognitive comme Proposée par Jean Piaget*. In: Proceedings of the 4<sup>o</sup> Congrès International de Genie des Systèmes Industriels, France, 1993.
- FOWLER, Richard J. *Eletricidade - Principios e Aplicações*. São Paulo: McGraw Hill, 1992, v.1.
- GALVIS, Alvaro H. Panqueva. *Materiales Educativos Computadorizados: ¿ocación para Repensar los Ambientes Educativos?*. In: Congreso "Computadora, Educacion Y Sociedad", 1, Santo Domingo - República Dominicana, 1992. Anais Santo Domingo. p. 245 - 277.
- GLENN, B. T., CHIGNELL, M. H. *Hypermedia: Design for Browsing*. In: Hartson, H.R, Hix, D. Advances in Human-Computer Interaction. Nerwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, v.3, 1992.
- GLENN, B. T. *Descriptor: A Model for Describing Shapes that Infers Relations for Positioning them*. Unpublished Master's Thesis, University of California, Los Angeles, 1985.
- GLENN, B. T. *Patterns, Signs, and Landmarks: The Los Angeles Transportation Network viewed as a Symbolic System*. Unpublished manuscript, 1983.
- HECKEL, P. *Software Amigável: Técnicas de Projeto de Software para uma melhor Interface com o Usuário*. São Paulo: Ed. Campos, 1991.



- HIRATSUKA, T. P., FIALHO, F. A. P. *Multimedia, Design and Ergonomics: a Literature Survey*. In: Proceedings of IEA WORLD CONFERENCE'95, 3rd Latin American Congress & 7th Brazilian Ergonomics Congress, 1995, Rio de Janeiro, Brazil, Anais ..., Rio de Janeiro: IEA, 1995, p. 394-397.
- HIRATSUKA, T. P., FIALHO, F. A. P. *The Employment of Design Metaphors in Models of Computer-User Interface: A Study of the Case Using Mad*. In: Proceedings of IEA WORLD CONFERENCE'95, 3rd Latin American Congress & 7th Brazilian Ergonomics Congress, 1995, Rio de Janeiro, Brazil, Anais ..., Rio de Janeiro: IEA, 1995, p. 398-401.
- HIRATSUKA, T. P., FIALHO, F. A. P., AHRENS, C. H. *Production Methods of a Self Training Multimedia System Applied Injection Molds Area*. In: International Manufacturing Engineering Conference, Connecticut, USA, 1996, August 7-9, 1996 (aceite preliminar).
- HIRATSUKA, T. P., FIALHO, F. A. P., MOREIRA, N. P. *Proposta de Metodologia para Desenvolvimento de Multimídia*. In: National Congress of Production Engineering, e Brazil First International Congress of Industrial Engineering, September 4-7, 1995, São Carlos, SP, Brasil, Anais ..., São Carlos: ABEPRO, 1995, v.1, p. 593-596.
- IIDA, Itiro. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1990.
- KAHN, Brian. *Os Computadores no Ensino da Ciência*. Lisboa, Portugal: Publicações Dom Quixote, 1991.
- LÉVY, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência, O Futuro do Pensamento na Era da Informática*. Rio de Janeiro, RJ: Editora 34, 1993.
- LÉVY, Pierre. *O que é o Virtual?*. Trad. Pedro Neves. São Paulo: Editora 34, 1996. 160 p.
- MARCUS, A. *Designing Graphical User Interfaces*. Unix World, p. 107-115, 121-127, 135-138, 1990.
- MARCUS, A. *Graphic Design for Eletronic Documents and User Interfaces*. New York: ACM Press and Addison-Wesley Publishing Company, 1992.

- McISAAC, Marina S., GUNAWARDENA, Charlotte N. *Distance Education*. 1996.  
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~mcisaac/dechapter/index.html>
- MENEZES, Cláudio. *Experiências em Educação à Distância na América Latina*. In: Seminário “Perspectivas de Ensino à Distância na América Latina”. Brasília, Novembro 19–21, 1997.
- MOORE, Michael G., KEARSLEY, Greg. *Distance Education: A Systems View*. Belmont, California, USA: Wadsworth Publishing Company, 1996.
- NEWELL, A., SIMON, H. A. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- NIELSEN, Jacob. *Multimedia and Hypertext: The Internet and Beyond*. SunSoft, Mountain View, California, USA: Academic Press Inc., 1995.
- Norma de Entrada de Instalações Consumidoras - NT-01/BT*. CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S. A., 1982.
- NUNES, Ivônio Barros. *Noções de Educação a Distância*. Intelecto. 1992.  
<http://intelecto.net/ead/ivonio1.html>
- ODEGARD, Ola. *Virtual Reality – A Shift of Paradigm in Technology and Social Interaction*. London: Virtual Reality in Science & Engineering at the Royal Society, July, 1995a.
- ODEGARD, Ola. *Virtual Reality – Research and Applications in the Nordic Countries*. London: Virtual Reality in Science & Engineering at the Royal Society, July, 1995b.
- PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980. Traduzido para o português como *Logo: Computadores e Educação*, São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.
- PEDROSA, M. M. *Explorando os MUD's*. In: Guia da Internet.br, ano I, nº12, Maio, 1997.
- PIAGET, J. et al. *Morphismes et Catégories*. Paris: Delachaux & Niestlé, 1990.
- PIAGET, Jean. *A Tomada de Consciência*. São Paulo: Melhoramentos, Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

- PIAGET, Jean. *Biologia e Conhecimento*. Petrópolis: Editora Vozes, 1973.
- PIAGET, Jean. *Recherches sur l'Abstraction Réfléchissante*. Paris: Presses Universitaires de France, 1978.
- PIAGET, Jean. *Sagesse et Illusions de la Philosophie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1969.
- PREECE, J. *Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company, 1994.
- PSOTKA, Joseph, DAVISON, Sharon. *Cognitive Factors Associated with Immersion in Virtual Environments*. April 29, 1996a. <http://205.130.63.7/vrfopub.htm>
- PSOTKA, Joseph. *Immersive Training Systems: Immersion in Virtual Reality and Training*. January 31, 1996. <http://205.130.63.7/vrTraining.html>
- PSOTKA, Joseph. *Immersive Tutoring System: Virtual Reality and Education and Training*. January 31, 1996b. <http://205.130.63/its.html>
- QUINTELLA, Solange. *A Vida e o Computador Pedem Licença para Entrar na Escola*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, SC, Florianópolis, Novembro, 1997.
- RIOS, Homero Figueroa. *Potencial de la Realidad Virtual*. 1994. <http://lania.xalapa/spanisch/publications/newletters/fall947index.html>
- SCHEID, H. *Manual do Instalador Eletricista*. Rio de Janeiro: Ed. Ao Livro Técnico, 1979.
- SHUKLA, Chetan, VAZQUEZ, Michele, CHEN, Frank. *Virtual Manufacturing: an Overview*. The 19<sup>th</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering, Iowa – USA, 1996. Proceedings Iowa: Computers & Industrial engineering. An international Journal, Vol.31, No.1/2, October, 1996. ISSN\_0360-8352.
- SMITH, Cristopher M., SMITH, Lynnellen D. S. P., YANG, Steven. *An Investigation of Current Virtual Reality Interfaces*. Mississipi, 1995. A final project (Submitted to the faculty of Mississipi State University in the Department of Computer Science).

- SOUZA, Patrícia Cristiane. *Sistema de Autoria para Construção de "Adventures" Educacionais em Realidade Virtual*. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, UFSC, SC, Florianópolis, Fevereiro, 1997.
- VALENTE, J. A. *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas: Gráfica Central, UNICAMP, 1993.
- VALENTE, J. A., VALENTE, A. B. *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1988.
- WINN, William. *A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality*. 1993.  
<http://www.hitl.washington.edu/projects/education/winn/winn-R-93-9.txt>
- WISNER, A. *A Inteligência no Trabalho*. São Paulo: Fundacentro, 1994.
- WISNER, A. *Por dentro do Trabalho: Ergonomia: Método & Técnica*. São Paulo: FTD: Oboré, 1987.

## **ANEXO 01**

### **Exemplos de Storyboards Utilizados na Elaboração do SIMLETEC**

## Storyboard

Projeto: SIMLETEC

Tela número: 12

## Texto

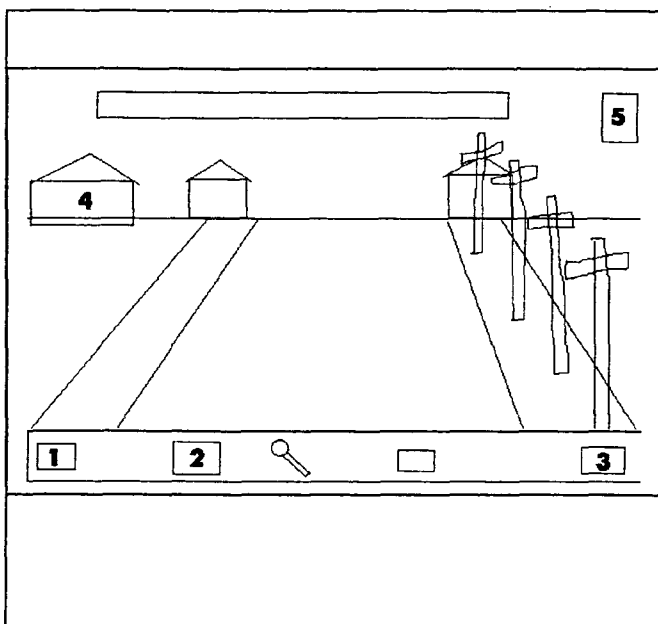
A) Olá, [usuário]! Obrigado por visitar o nosso programa. (Dê um zoom na casa que você quer selecionar.)  
B) Planta Baixa da Residência: clique aqui para ir até lá.  
C) Zoom: clique sobre a lupa, segure e arraste-a até onde deseja. Por fim, solte o botão.

## Efeito

A) Zoom na casa da extrema esquerda da tela serve de link para a página da entrada principal da residência.  
B) A barra de opções, colocada na parte inferior da tela, contém os botões de retorno e saída, o acesso a planta baixa, a lupa, e a barra de ferramentas com um multímetro e uma chave-teste.

## Obs

Título: Tela de Entrada Principal

[illegible]

## Storyboard

Projeto: SIMLETEC

Tela número: 13

## Texto

A) Clique para entrar na casa.  
B) Clique para tocar a campainha.  
C) Use a lupa para ampliar o medidor.  
D) Planta Baixa da Residência: clique aqui para ir até lá.  
E) Zoom: clique sobre a lupa, segure e arraste-a até onde deseja. Por fim, solte o botão.

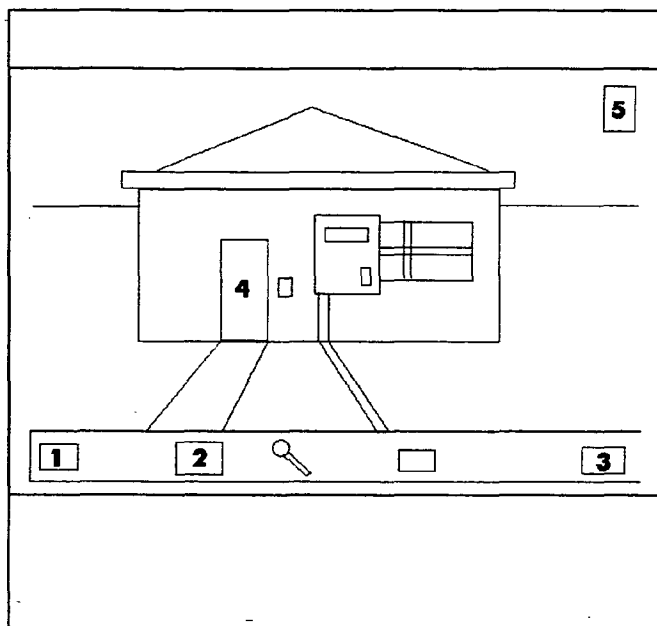
## Efeito

A) Zoom no medidor de energia.  
B) Abertura da caixa de ferramentas.  
C) Um clique na botoeira da campainha  
inicializa um arquivo de som de  
campainha do tipo WAV.

Obs

O disjuntor localizado no medidor, será ligado após ser dado o zoom, utilizando-se a lupa localizada na barra de ferramentas

Título: Entrada Principal da Residência

[illegible]

# Storyboard

Projeto: SIMLETEC

Tela número: 14

## Texto

- A) Clique nesta tecla para acender a luz.  
B) Clique nesta tecla para apagar a luz.  
C) Clique para abrir o livro de IEL.  
D) Clique para sair da casa.  
E) Clique para entrar no banheiro.  
F) Clique para ir até a circulação.  
G) Clique para ir até a cozinha.  
H) Clique para ligar a TV.  
I) Leve o multímetro até o ponto de medição.  
J) Planta Baixa da Residência: clique aqui para ir até lá.  
K) Zoom: clique sobre a lupa, segure e arraste-a até onde deseja. Por fim, solte o botão.

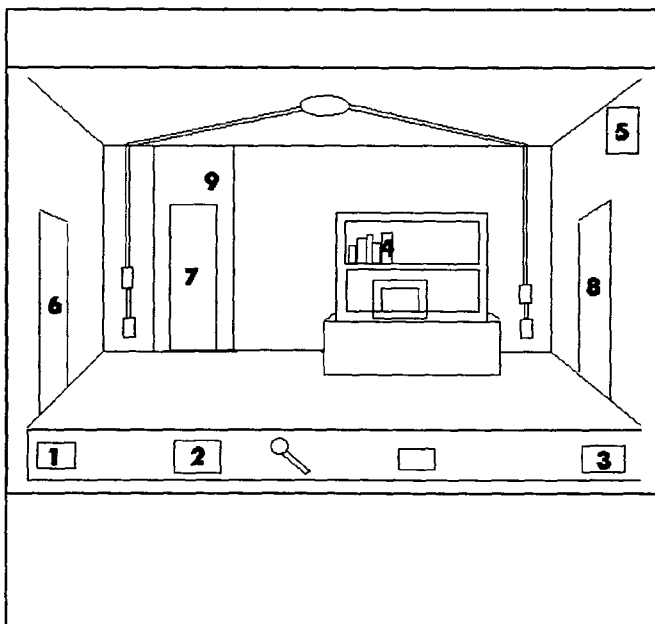
## Efeito

- A) Clicando na tecla clara dos interruptores, troca-se a cor do fundo e da luminária por tons claros, dando a sensação de luminosidade.  
B) As portas são links para outras telas, representando outras dependências.  
C) Com a tensão de alimentação, pontos de luz e tomadas, e condutores especificados corretamente, e o disjuntor geral ligado, com o plug na tomada, a TV pode ser ligada.

## Obs.

## Título:

Tela da Sala da Residência



- Âncora número: 1  
Âncora número: 2  
Âncora número: 3  
Âncora número: 4  
Âncora número: 5  
Âncora número: 6  
Âncora número: 7  
Âncora número: 8  
Âncora número: 9  
Âncora número:  
Âncora número:  
Âncora número:  
Âncora número:  
Âncora número:  
Âncora número:

- Tela número: 13  
Tela número: 08  
Tela número: fechar  
Tela número: 20  
Tela número: 32  
Tela número: 13  
Tela número: 17  
Tela número: 15  
Tela número: 16  
Tela número:  
Tela número:  
Tela número:  
Tela número:  
Tela número:



Storyboard

Projeto: SIMLETEC

Tela número: 20

Texto

A) Sumário: Cap.1 – Ferramentas;  
Cap.2 – Lâmpadas; Cap.3 – Tomadas;  
Cap.4 – Interruptores; Cap.5 – Dimmer;  
Cap.6 – Campainha; Cap.7 – Minuteria.  
B) Introdução: Este livro irá apresentar  
alguns equipamentos básicos utilizados  
durante a realização de uma instalação  
elétrica.

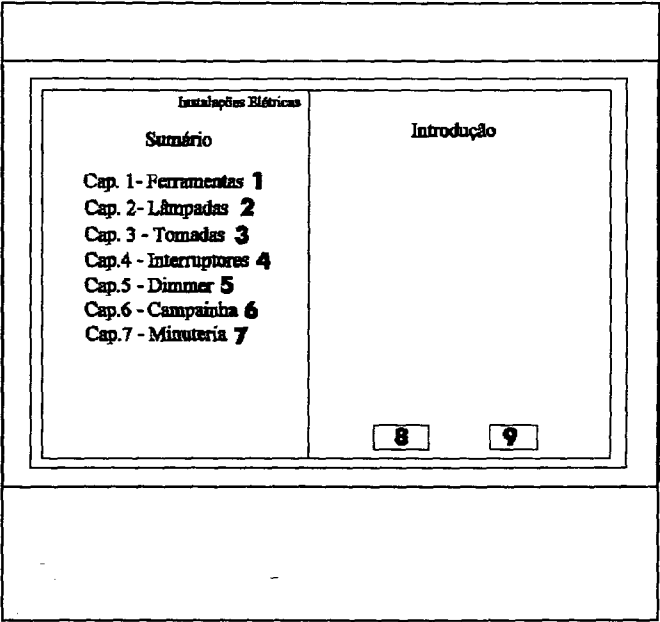
Efeito

A) Cada título de capítulo é um link  
para a página inicial do capítulo  
correspondente.

Obs.

Título:

Livro de Instalações Elétricas



Âncora número:	1	Tela número:	21
Âncora número:	2	Tela número:	24
Âncora número:	3	Tela número:	27
Âncora número:	4	Tela número:	28
Âncora número:	5	Tela número:	29
Âncora número:	6	Tela número:	30
Âncora número:	7	Tela número:	31
Âncora número:	8	Tela número:	18
Âncora número:	9	Tela número:	21
Âncora número:		Tela número:	
Âncora número:		Tela número:	
Âncora número:		Tela número:	
Âncora número:		Tela número:	
Âncora número:		Tela número:	